



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
Centro de Ciências Agrárias  
Departamento de Aquicultura  
Curso de Engenharia de Aquicultura

Relatório de Estágio Supervisionado II - Atividades Desenvolvidas na Empresa BioMar  
Costa Rica S.A.

Maitê Coelho Florindo

Florianópolis / SC  
Novembro de 2013

Maitê Coelho Florindo

Relatório de Estágio Supervisionado II - Atividades Desenvolvidas na Empresa BioMar  
Costa Rica S.A.

Relatório de Estágio Supervisionado II  
apresentado no Curso Engenharia de  
Aquicultura da Universidade Federal de  
Santa Catarina.

Orientadora: Débora Machado Fracalossi

Florianópolis / SC

Novembro de 2013

**FICHA CATALOGRÁFICA**

FLORINDO, Maitê Coelho.

Relatório de Estágio Supervisionado II - Atividades Desenvolvidas na Empresa  
BioMar Costa Rica S.A.

Estágio Supervisionado II.

BACHARELADO EM ENGENHARIA DE AQUICULTURA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

FLORIANÓPOLIS/SC – BRASIL

69 PÁGINAS

## AGRADECIMENTOS

A Deus onipotente de todas as coisas...

Aos meus pais, Celso e Rosana, pela dedicação, pelo apoio em momentos fundamentais na minha vida.

Aos meus amigos, familiares, pela alegria proporcionada nos momentos mais vitoriosos de minha vida. Agradeço a Jade de Oliveira da Silva que me motivou para estagiar no Laboratório de Nutrição de Espécies Aquícolas, LABNUTRI, sendo importante nesta conquista.

Ao meu Namorado, Eduardo Coronas Trinler, pela confiança, companheirismo, em especial pela ajuda e coordenação da minha viagem a Costa Rica.

À Professora Débora Machado Fracalossi pela oportunidade de estágio, orientação e paciência.

As pessoas que me apoiaram a fazer o estágio na BioMar, e que de alguma forma me ajudaram na construção do relatório, principalmente a Camila Fernandes Corrêa.

À banca do meu relatório, Maria Fernanda Oliveira da Silva e Tatiana Vieira Poletto, por estar presente neste momento tão importante e ter aceitado meu convite em primeiro momento.

Aos companheiros do LABNUTRI, fundamentais no processo de desenvolvimento do aprendizado acadêmico.

A toda equipe BioMar Costa Rica, que me recebeu de braços abertos e proporcionou uma grande experiência no meu aprendizado profissional e minha vida pessoal.

## RESUMO

Este documento relata as atividades e práticas desenvolvidas no período entre 14 de Janeiro a 08 de Março de 2013, na Empresa BioMar Costa Rica, na cidade de Cañas. O principal objetivo do estágio foi participar das atividades que aconteceram na Unidade Experimental de Alimento (FTU), suas pesquisas e experimentos em desenvolvimento, com a tilápia-do-Nilo, *Oreochromis niloticus*. As atividades realizadas no FTU englobaram o acompanhamento e participação dos procedimentos rotineiros, como alimentação, medição de parâmetros físico-químicos da água, além da realização de biometrias. Outras atividades realizadas incluíram acompanhamento do laboratório de controle e qualidade, e visitas a empresas com fins aquícolas. A fábrica da BioMar na Costa Rica foi implementada com o objetivo de fornecer alimentos extrusados para tilápia-do-Nilo, truta arco-íris (*Oncorhynchus mykiss*), cobia (*Rachycentron canadum*), pargo (*Lutjanus purpureus*) e camarão marinho (*Litopenaeus vannamei*) com boa qualidade dos ingredientes e baixo custo para sua comercialização. A oportunidade de realizar este estágio me proporcionou uma visão crítica e diferenciada sobre a importância da atuação do profissional do Engenheiro de Aquicultura no mercado de trabalho, e de como esta profissão é fundamental em países que estão iniciando o desenvolvimento aquícola com novas dietas para diferentes espécies.

**Palavras-chave:** BioMar, Unidade Experimental de Alimento, Tilápia-do-Nilo, Nutrição, Alimentos Extrusados para Peixes

## ABSTRACT

The present document was made to describe the activities and the practice developed between January 14th and March 8th of 2013, in the factory of BioMar Costa Rica, in the City of Cañas. The main goal of the professional practice was to participate in the activities of the Feed Trial Unit (FTU) and the research carried out in this site with the species Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus*. The activities carried in the (FTU) included the daily activities such as feeding, monitoring and measurement of physical and chemical parameters of the water and the performance of fish biometry. Other activities carried included participate in the Laboratory and Quality Control and visits to aquaculture companies. The company BioMar in Costa Rica was built with the main objective to produce extruded feed for nile tilapia, rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), cobia, (*Rachycentron canadum*), snapper (*Lutjanus purpureus*) and marine shrimp (*Litopenaeus vannamei*), with high quality of the feed and raw materials achieving low sale costs. The opportunity to carry out the professional practice has given me a critical and differentiated vision regarding the importance of the role of an Aquaculture Engineer inside the job market, and also how this profession is essential in countries beginning to develop aquaculture for new species with new diets for feeds.

**Key-words:** BioMar, Feed Trial Unit, Nile Tilapia, Nutrition, Extruded Food for Fish.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Divisão geopolítica da Costa Rica.....	11
Figura 2 - Planta BioMar Costa Rica.....	12
Figura 3 - Organograma (BAP).....	13
Figura 4 - Organograma (BAC).....	13
Figura 5 - Fluxograma dos Canais de Distribuição.....	15
Figura 6 - Diagrama das etapas de produção de alimento extrusado.....	23
Figura 7 - AquaCorporation (ACI).....	25
Figura 8 - Fluxograma dos processos de beneficiamento.....	27
Figura 9 - Unidade Experimental de Alimento (FTU), Costa Rica.....	28
Figura 10 - Sistema de cultivo (FTU).....	29
Figura 11 - Componentes do sistema de cultivo.....	31
Figura 12 - Atividades diárias.....	32
Figura 13 - Análises de amônia, nitrito e nitrato.....	35
Figura 14 - Gráficos com a relação dos parâmetros de qualidade de água ao longo do tempo.....	36
Figura 15 - Laboratório de Controle e Qualidade.....	37
Figura 16 - Comprimento dos péletes.....	42
Figura 17 - Diâmetro dos péletes.....	42
Figura 18 - Umidade em Termobalança.....	43
Figura 19 - Proveta com péletes.....	44
Figura 20 - Flutuabilidade.....	45
Figura 21 - Quantidade de Pós e Péletes Partidos.....	46
Figura 22 - A) Bloco Digestor; B) Destilador.....	47
Figura 23 - A) Extração; B) Hidrólises Ácida.....	48
Figura 24 - Equipamento da fibra.....	49
Figura 25 - Mufla.....	50
Figura 26 - Estufa 102 °C para determinação de matéria seca.....	51
Figura 27- Matriz (FOFA) Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças.....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Problemas, causas e consequências na fabricação da ração.....	16
Tabela 2 - Ordem cronológica das visitas.....	18
Tabela 3 - Densidade de cultivo de acordo com o a fase do ciclo de vida da tilápia.....	26
Tabela 4 - Ingredientes utilizados na planta de produção.....	38
Tabela 5 - Porcentagem de matérias primas analisadas de acordo o programa de controle da qualidade.....	39
Tabela 6 - Locais de detecção de anomalias.....	40
Tabela 7 - Especificações das dietas para Tilápia-do-Nilo.....	41
Tabela 8 - Dimensões dos péletes e diâmetro das peneiras.....	62
Tabela 9 - Etapas de aquecimento na digestão da proteína bruta pelo método de Kjeldahl.....	63
Tabela 10 - Tabela da relação do Índice de oxigênio esperado (kg) por oxigênio reativo.....	68



## LISTA DE ABREVIATURAS

- (Ton/h): Toneladas por hora;
- (HCL): Ácido Clorídrico;
- (Mín.): Mínimo;
- (Máx.): Máximo;
- (g): gramas.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1. GRUPO BIOMAR.....	10
1.2. COSTA RICA.....	10
1.2. BIOMAR COSTA RICA S.A.....	11
1.2.1. BIOMAR AQUACORPORATION PRODUCTS (BAP).....	13
1.2.2. BIOMAR AQUACULTURE COMERCIAL (BAC).....	13
1.2.3. GRUPO ACI.....	14
1.3. O ESTÁGIO.....	15
2. DESCRIÇÃO DAS VISITAS REALIZADAS.....	17
2.1. PLANTA DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS.....	17
2.2. AQUACOPORATION INTERNACIONAL (ACI).....	25
2.3. TERRA PEZ.....	26
3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS.....	28
3.1. FEED TRIAL UNIT (FTU).....	28
3.1.1. ESTRUTURA FÍSICA.....	29
3.1.2. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS.....	31
3.1.2.1. PROCEDIMENTOS DIÁRIOS DE ALIMENTAÇÃO.....	31
3.1.2.2. PROCEDIMENTOS DIÁRIOS DE QUALIDADE DE ÁGUA.....	33
3.1.2.3. PROCEDIMENTOS SEMANAIS DE QUALIDADE DE	
ÁGUA.....	34
3.2.1. LABORATÓRIO DE CONTROLE E QUALIDADE.....	36
3.2.2. ANÁLISES FÍSICAS.....	37
3.2.2.1. COMPRIMENTO E DIÂMETRO.....	41
3.2.2.2. UMIDADE EM TERMOBALANÇA.....	41
3.2.2.3. DENSIDADE.....	42
3.2.2.4. FLUTUABILIDADE.....	43
3.2.2.5. PÓS E PÉLETES PARTIDOS.....	44
3.2.2.6. ASPECTO EM GERAL E CARACTERÍSTICAS	
ORGANOLÉPTICAS.....	45
3.2.3. ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO CENTESIMAL.....	46
3.2.3.1. PROTEÍNA BRUTA.....	46
3.2.3.2. LIPÍDEOS.....	47
3.2.3.3. FIBRA BRUTA.....	48
3.2.3.4. CINZAS.....	49
3.2.3.5. UMIDADE EM ESTUFA (MATÉRIA SECA).....	50
3.2.3.6. ÍNDICE DE ACIDEZ.....	50
3.2.3.7. ÍNDICE DE PERÓXIDOS.....	51
4. ANÁLISE CRÍTICA.....	51
5. CONCLUSÃO.....	53
6. REFERÊNCIAS.....	55
ANEXOS.....	59
ANEXO I.....	60

## **1. INTRODUÇÃO**

### **1.1. GRUPO BIOMAR**

O grupo BioMar foi fundado em 1962 por um grupo de empresários daneses, a companhia iniciou suas atividades na Dinamarca com produção de alimentos para truta. A BioMar é especializada na produção de alimentos extrusados para peixes marinhos e dulcícolas para a indústria da Aquicultura, fornecendo alimentos em todas as etapas do ciclo de vida das espécies.

Atualmente o grupo BioMar é um dos líderes mundiais em produção de alimentos de alto rendimento para peixes. No ano de 2011, o grupo BioMar alcançou em nível mundial 975 milhões de euros e produziu aproximadamente 850 mil toneladas de alimento para peixes. A Companhia desenvolve diferentes linhas de dietas para mais de 30 espécies de peixes, comercializados em 60 países e produz alimento principalmente para salmão e truta na Noruega, Reino Unido e Chile, truta, enguia, robalo e pargo na Europa Continental.

Com o objetivo de expandir o mercado internacional e desenvolver novas dietas para espécies tropicais e subtropicais, foi implantada uma fábrica de alimentos extrusados na Costa Rica, com a finalidade de vender seu produto em todo o mercado aquícola da América Central.

### **1.2. COSTA RICA**

Localizada na América Central, a Costa Rica é um país situado numa das zonas mais estreitas do subcontinente, limitado ao norte pela Nicarágua, a leste pelo mar do Caribe, a sudeste pelo Panamá e a oeste pelo Oceano Pacífico. Possui um território com 212 km de litoral na costa caribenha, e 1.016 km na costa pacífica (Figura 1). Atualmente a população estimada está em 4,3 milhões de habitantes, com um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,744, segundo o Índice Nacional de Estatística e Censos Costarricense (INEC, 2011). A Costa Rica é o país que possui o maior Produto

Interno Bruto (PIB) da América Central, com renda per capita de US\$ 9.965,00 (MINISTERIO DE HACIENDA COSTA RICA, 2012).

A aquicultura na Costa Rica é praticamente dominada pela piscicultura continental, com destaque para o cultivo de tilápia e truta, espécies que possuem grandes produções voltadas para os mercados internacionais. Segundo o Instituto Costarricense de Pesca e Acuicultura (INCOPESCA, 2011), a tilápia-do-Nilo (*Oreochromis niloticus*), possui a maior produção do país, atingiu 23 mil toneladas no ano de 2010, neste mesmo ano a produção de truta alcançou 544 toneladas.

**Figura 1 – Divisão geopolítica da Costa Rica.**



Fonte: Google maps (2013).

### **1.3. BIOMAR COSTA RICA S.A.**

A BioMar Costa Rica S.A. é uma empresa composta por um grupo de sócios no qual o capital social está dividido em ações, onde o lucro é atribuído aos acionistas. A BioMar Costa Rica (Figura 2) forma parte da divisão BioMar Américas do Grupo BioMar, abastecendo o setor aquícola da América Central a partir da produção de alimentos extrusados. A sede está implantada na província de Guanacaste, região ocidental da Costa Rica. A empresa é formada por 74 funcionários, sendo composta pelo Setor

Administrativo, Fábrica de Alimentos Extrusados, Unidade Experimental de Alimento (FTU) e o Laboratório de Controle e Qualidade. A fábrica de alimentos extrusados desenvolve diferentes matrizes de ração. A Unidade Experimental de Alimentos (FTU) tem como objetivo desenvolver e testar dietas para espécies aquícolas. O laboratório de controle de qualidade realiza o controle das matérias primas e produto final, análises de composição centesimal e análises físicas.

Os clientes da BioMar Costa Rica são as fazendas de tilápias-do-Nilo localizadas em Cañas, Honduras, El Salvador e Panamá; fazendas de pargos localizadas em Quepos; além de fazendas de truta na região central da Costa Rica na província de Cartago. A fábrica está começando a produzir também alimentos para espécies marinhas como pargos, *Lutjanus purpureus* e cobia, *Rachycentron Canadum*.

Os fornecedores de matérias primas para espécies de água doce encontram-se principalmente na Costa Rica e Nicarágua, porém para espécies marinhas a BioMar está começando a importar matérias primas, como farinha de camarão, farinha de lula, óleos de peixe do Peru, Chile, Noruega e Estados Unidos.

**Figura 2** - Planta BioMar Costa Rica.

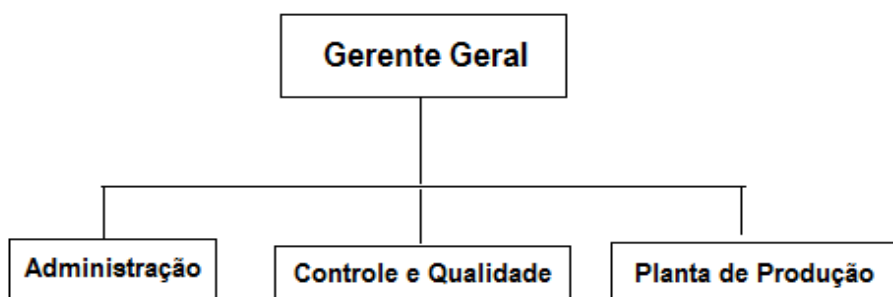


Fonte: BioMar Costa Rica (2013).

### 1.3.1. BIOMAR AQUACORPORATION PRODUCTS (BAP)

A BioMar AquaCorporation Products (BAP) faz parte da BioMar Costa Rica. O BAP (Figura 3) compreende toda a parte técnica da planta, como controle e qualidade do alimento, fábrica de alimento extrusado e o setor administrativo.

**Figura 3 - Organograma (BAP).**

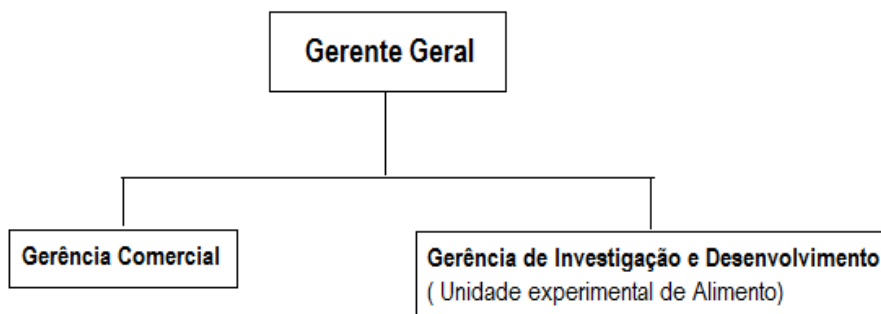


Fonte: BioMar Costa Rica (2013).

### 1.3.2. BIOMAR AQUACULTURE COMERCIAL (BAC)

A BioMar Aquaculture Comercial (BAC) é parte da BioMar Costa Rica. O BAC (Figura 4) compreende a parte comercial, como venda de seus produtos, e a Feed Trial Unit (FTU), que é a Unidade experimental de Alimento, que fornece suporte à parte comercial.

**Figura 4 - Organograma (BAC).**



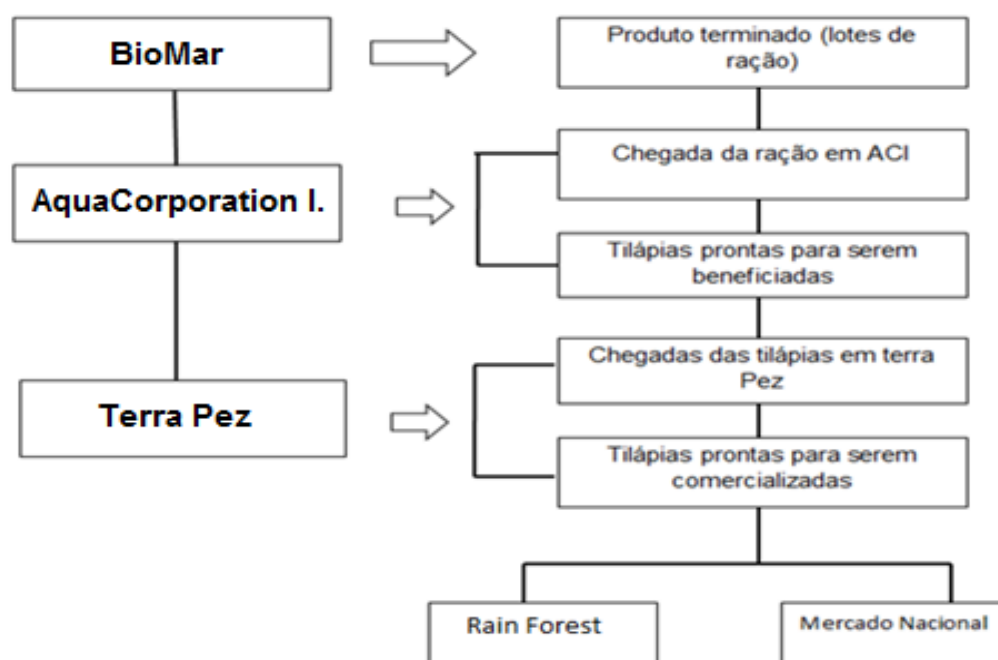
Fonte: BioMar Costa Rica (2013).

#### **1.4. GRUPO ACI**

O grupo ACI é composto por um grupo de acionistas que tem ações em quatro grandes empresas: BioMar Costa Rica, AquaCoperation Internacional, Terra Pez e Rain Forest.

A fazenda de tilápia AquaCorporation Internacional possui ações investidas na BioMar Costa Rica e Terra Pez. De acordo com a Figura 5, a BioMar Costa Rica produz alimentos extrusados para tilápia-do-Nilo e vende em lotes para a fazenda de tilápias-do-Nilo. As tilápias-do-Nilo, quando atingem o tamanho comercial, são vendidas para Terra Pez. A Terra Pez é a planta de processamento que faz o beneficiamento das tilápias-do-Nilo para serem comercializadas. Quando as tilápias-do-Nilo estão prontas para serem comercializadas são vendidas para o mercado nacional, e para a Rain Forest. A Rain Forest está localizada em Miami é uma distribuidora das tilápias-do-Nilo frescas que chegam da Costa Rica para o mercado americano.

**Figura 5 - Fluxograma dos Canais de Distribuição.**



Fonte: Maitê Coelho Florindo (2013).

### 1.5. O ESTÁGIO

O estágio foi realizado nas dependências da BioMar Costa Rica, na província de Guanacaste, na cidade de Cañas, no período de 14 de Janeiro a 08 de Março. O principal objetivo durante o período do estágio foi participar das atividades que aconteceram na Unidade Experimental de Alimento (FTU), suas pesquisas e experimentos em desenvolvimento com a tilápia-do-Nilo. As atividades realizadas foram: acompanhar e participar dos procedimentos rotineiros, como alimentação, medição de parâmetros físico-químicos além da realização de biometrias.

Além disso, houve o acompanhamento das atividades desenvolvidas no laboratório de controle e qualidade, bem como na realização das análises de composição centesimal e análises físicas.

A empresa ofereceu a possibilidade durante as duas primeiras semanas do estágio de fazer visitas a planta de produção de alimentos extrusados, localizada nas



dependências da BioMar e as empresas com fins aquícolas na Costa Rica. Foram feitas visitas na fazenda de tilápia, AquaCorporation International e na planta de beneficiamento de tilápia, Terra Pez, ambas localizadas na cidade de Cañas, Como uma oportunidade de conhecer o mercado de aquicultura na Costa Rica. A Tabela 1 apresenta a ordem cronológica das vistas.

**Tabela 1** - Ordem cronológica das visitas realizadas

<b>Visitas</b>	<b>Período (Dias)</b>
Terra Pez	15 de janeiro de 2013
Planta de Produção de Alimentos Extrusados	17 de janeiro de 2013
AquaCorporation International	21 de janeiro a 26 de janeiro de 2013

Fonte: Maitê Coelho Florindo (2013).

## **2. DESCRIÇÃO DAS VISITAS REALIZADAS**

### **2.1. PLANTA DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS EXTRUSADOS**

A planta de produção de alimentos extrusados é dividida em quatro setores: recepção da matéria prima, produção do alimento extrusado, recepção do produto terminado e manutenção. A planta possui capacidade para fabricar dietas para engorda em quatro tamanhos de matrizes: 11 mm (9 t/h), 7 mm (9 t/h), 4,5 mm (7 t/h) e 3,5 mm (7 t/h). A quantidade de ração produzida por ano é cerca de 52 mil toneladas, sendo que a capacidade máxima de produção da extrusora é de 9 t/h. O estoque de matéria prima é de 1 milhão de toneladas (450 mil kg em silos externos e 550 mil kg na recepção) e o estoque de produto terminado é de 400 mil kg. Todo o processo, desde a entrada da matéria prima no sistema até o produto terminado, leva um tempo de 1,5 h para cada lote. A autorização de entrada da matéria prima e liberação do produto terminado (lotes) é feito através do cumprimento dos requisitos como inocuidade e qualidade físico química, estabelecidos pelas normas de segurança alimentar da BioMar.

Os Pontos Críticos de Controle de processo na fabricação de ração são importantes para uma boa operação na fábrica de rações, além da prevenção contra a ocorrência de problemas. Os principais problemas, causas e consequências, no processo produtivo de rações para peixes na BioMar Costa Rica estão descritos na forma de uma tabela apresentada abaixo.

**Tabela 2** - Problemas, causas e consequências na fabricação da ração.

<b>Problemas</b>	<b>Causas</b>	<b>Consequências</b>
Amostragens de matérias primas não representativas	Poucos pontos de amostragens	Estimativa errônea da composição do ingrediente, causando má composição nutricional da ração.
Matérias primas de má qualidade	Falha dos fornecedores cadastrados no programa de qualidade	Comprometimento na qualidade do produto final
Fórmulas de ração não processáveis	Ingredientes não digestíveis pelos animais	Não cumprimento dos parâmetros físicos do produto final
Alta densidade da mistura de matérias primas	Tem origem no processo de extrusão	Influi na velocidade de afundamento do pélete
Alta umidade	Tem origem no processo de extrusão	Promove o desenvolvimento de fungos e mofo
Falta de Limpeza periódica na fábrica	Acúmulo de pó e sujeira	Desenvolvimento de pragas e microrganismos

Fonte: Maitê Coelho Florindo (2013).

Dentre outros fatores que podem limitar a produção, estão o desabastecimento de matéria prima e os riscos de cortes de energia elétrica, que ocorrem muito na região. Logo, quando é interrompido um processo durante a produção, todos os demais processos serão interrompidos, porque a produção é um processo linear automatizado.

A fabricação de alimentos extrusados para peixes é realizada em 11 etapas (Figura 6). Acontecem a partir da recepção da matéria prima até a liberação do produto final.

#### A) Recepção e Armazenamento da Matéria Prima

A recepção da matéria prima consiste na sua amostragem para a análise de proteína, gordura, fibra e cinzas. Também é feita uma inspeção para verificar os aspectos de coloração, odor, umidade, granulometria (textura), densidade e a presença

de qualquer material estranho como infestação de insetos, pragas e fungos. A matéria prima, comprada a granel ou em sacas, chega em caminhões e dela são coletados 10 pontos distintos para amostragem. Se ela estiver nos padrões de qualidade, é dada a autorização de entrada na planta, passando a ser estocada nos silos (quando a granel) e sobre estrados de madeira (quando em sacas).

#### B) Pesagem de Insumos Maiores

Cada um dos insumos, ingredientes em grandes quantidades são armazenados em silos e pesados em uma balança, por meio de um software de dosificação que contém a formulação que está sendo fabricada. Este processo é realizado por lotes, controlado por sistema de pesagem.

#### C) Homogeneização e Moagem Fina

Após a pesagem dos insumos maiores, os ingredientes são submetidos à moagem com moinho de martelo, as partículas alimentares são reduzidas a tamanhos menores que 0,5 mm. A moagem é um processo mecânico empregado para reduzir e uniformizar o tamanho das partículas alimentares, aumentando sua área superficial de contato com o vapor, líquidos, amidos e gorduras. A moagem promove um aumento na superfície de contato das partículas alimentares, o que aumenta a área de ação das enzimas digestórias (ZANOTTO *et al.*, 1995). A moagem quando bem realizada pode trazer benefícios, pois facilita a destruição de antinutrientes melhorando a qualidade do alimento devido à penetração de vapor dentro das partículas alimentares durante seu processamento pra ativar os amidos. Além disso, quando a moagem está bem homogênea, pode impedir o entupimento na extrusora, (BEHNKE, 1996).

#### D) Mistura

Posteriormente à moagem, os insumos maiores passam por misturadores horizontais, onde recepcionam também os insumos menores (vitaminas, minerais,

antifúngicos, antioxidantes, aditivos) os quais se adicionam e dosificam mediante pesagem em balanças certificadas. O tempo é um fator importante para a obtenção de uma boa homogeneização. A mistura por um longo ou curto período pode ser prejudicial, pois pode haver segregação das partículas e conseqüentemente o desbalanço nutricional da ração (NUTRIAQUA, 2012). O tempo ótimo para garantir com que a mistura fique homogênea é de 120 segundos.

#### E) Acondicionamento e Extrusão

A mistura homogeneizada passa por um silo antes de ser acondicionada. A mistura no acondicionador é submetida a uma adição de água e vapor e mantida por 120 segundos, dando uma umidade de até 25% e temperatura entre 90 a 100°C. Esta massa acondicionada passa diretamente a extrusora aonde se submete a fricção mecânica sob alta pressão, a massa então é forçada a passar por uma matriz adquirindo assim sua forma.

A extrusão é um processo de cozimento em alta pressão, umidade e temperatura, em curto espaço de tempo que permite controlar a densidade (velocidade de afundamento) dos péletes, que devem ter estabilidade na água, granulometria compatível com a abertura da boca e densidade (flutuação) de acordo com o hábito alimentar da espécie. Durante a extrusão se inicia o processo de gelatinização das proteínas e dos amidos, sendo fundamental para o processo de formação e estruturação do pélete. O processo de gelatinização promove um aumento de digestibilidade de alguns nutrientes para os peixes, como o aumento da disponibilidade de energia, podendo alterar o metabolismo lipídico e até mesmo o perfil de ácidos graxos dos peixes (CHENG & HARDY, 2003).

Por fim, a massa é evacuada da extrusora por meio da matriz com perfuração e velocidade das facas definidas, que darão forma e tamanho ao produto. Na extrusora a massa é submetida à pressão de 30 barômetros e temperatura de 100°C, pode-se agregar óleo adicional e/ou água até 2%, sendo o condicionamento e a extrusão processo de caráter contínuo.

#### F) Secagem

Logo que o produto foi extrusado e está com sua forma definida, este passa por gravidade ao secador de ar quente contra o fluxo. Como no grânulo extrusado o teor de umidade é alto (aproximadamente 20%), é necessário ser submetido a uma secagem até alcançar a umidade final (aproximadamente 12%). A secagem é um processo importante para extrair o excesso de umidade, pois o alto teor de umidade indica um alto risco de deterioração da matéria prima. Os péletes são secados a temperaturas mínimas de 100 C° por 40 minutos.

#### G) Adição de Óleo

Uma vez secos, os péletes entram no processo de adição de óleo. Neste processo é importante que a adição de óleo seja uniforme e a quantidade adicionada seja correspondente à indicada na fórmula. O óleo é adicionado ainda com o grânulo quente, para que o mesmo seja absorvido e evite perdas na água por lixiviação, o qual se realiza mediante a assistência de vácuo. O uso da câmara de vácuo é feito para incorporar os níveis de óleos incluindo nas partes internas do grânulo e assegurar que a adição de óleo fique bem distribuída na massa dos péletes. Este equipamento é controlado por um software, que recebe os parâmetros de níveis de óleos que correspondam ao produto fabricado.

#### H) Esfriamento

O resfriador permite a redução da temperatura e umidade. Uma vez finalizados e com adição de óleos, os péletes entram no equipamento esfriador contra o fluxo, que utiliza ar à temperatura ambiente para baixar a temperatura do alimento até uma faixa de diferença de 5°C, com respeito à temperatura do ambiente. O resfriamento é um processo fundamental para evitar que ocorra contaminação por microrganismos no produto final durante o armazenamento.

#### H) Embalagem

O produto passa por um sistema de peneiramento para retirada do excesso de pó. O produto final passa por silos e espera ser empacotado e pesado com suas devidas embalagens em formatos de 15, 20, 52 Kg. As embalagens possuem microfuros para uma adequada ventilação interna. Por fim, o produto final é pesado em sacas e depois empacotado.

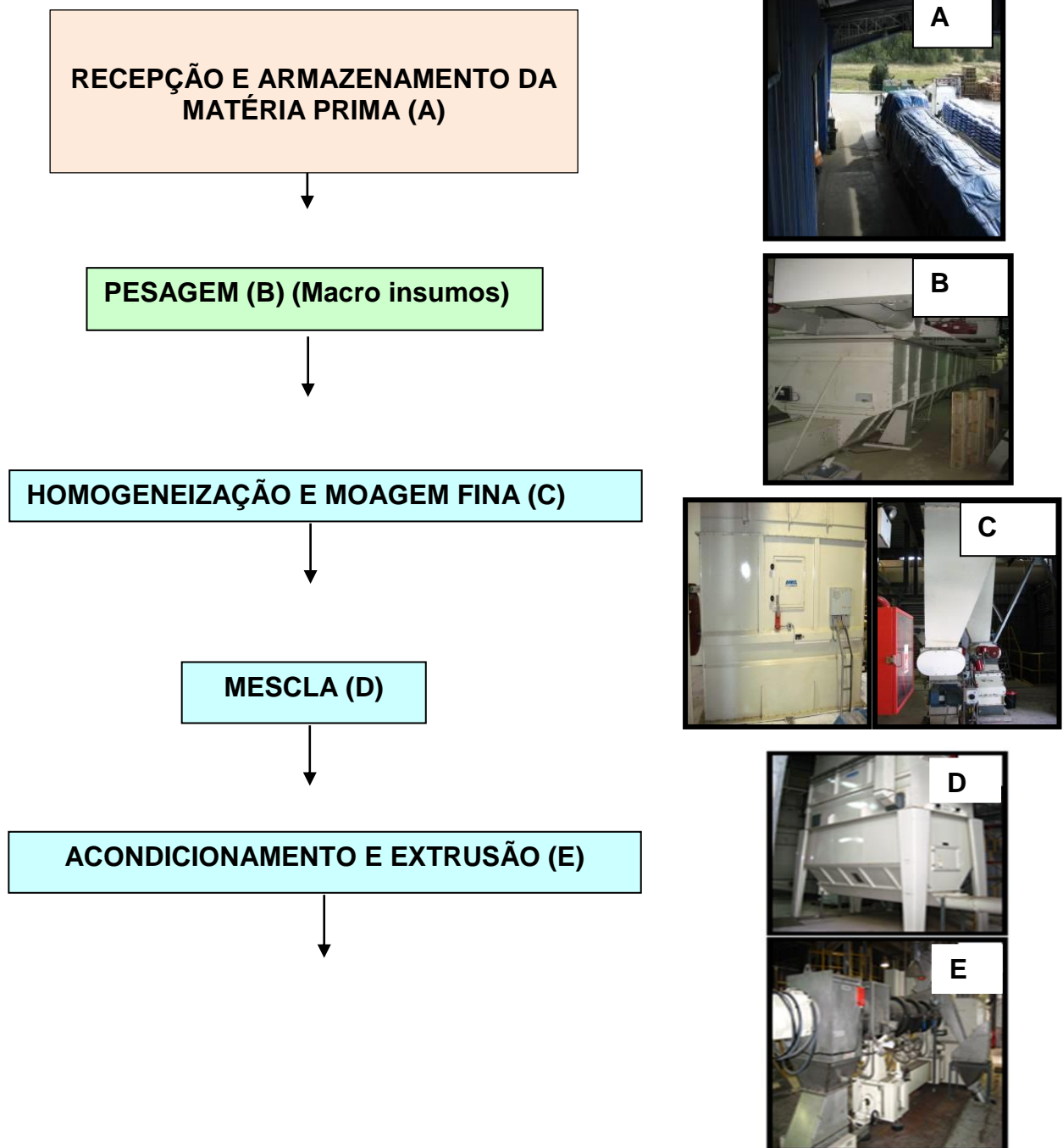
#### I) Armazenamento

Após a embalagem dos sacos e pesagem, os sacos são transferidos para a área de produto final, onde estão divididos em lotes até receber a liberação para o despacho. As embalagens são armazenadas em estrados de madeira empilhadas uma sobre as outras, sendo necessária manter a ventilação e não estar próximo à parede, para que não haja contato com a umidade.

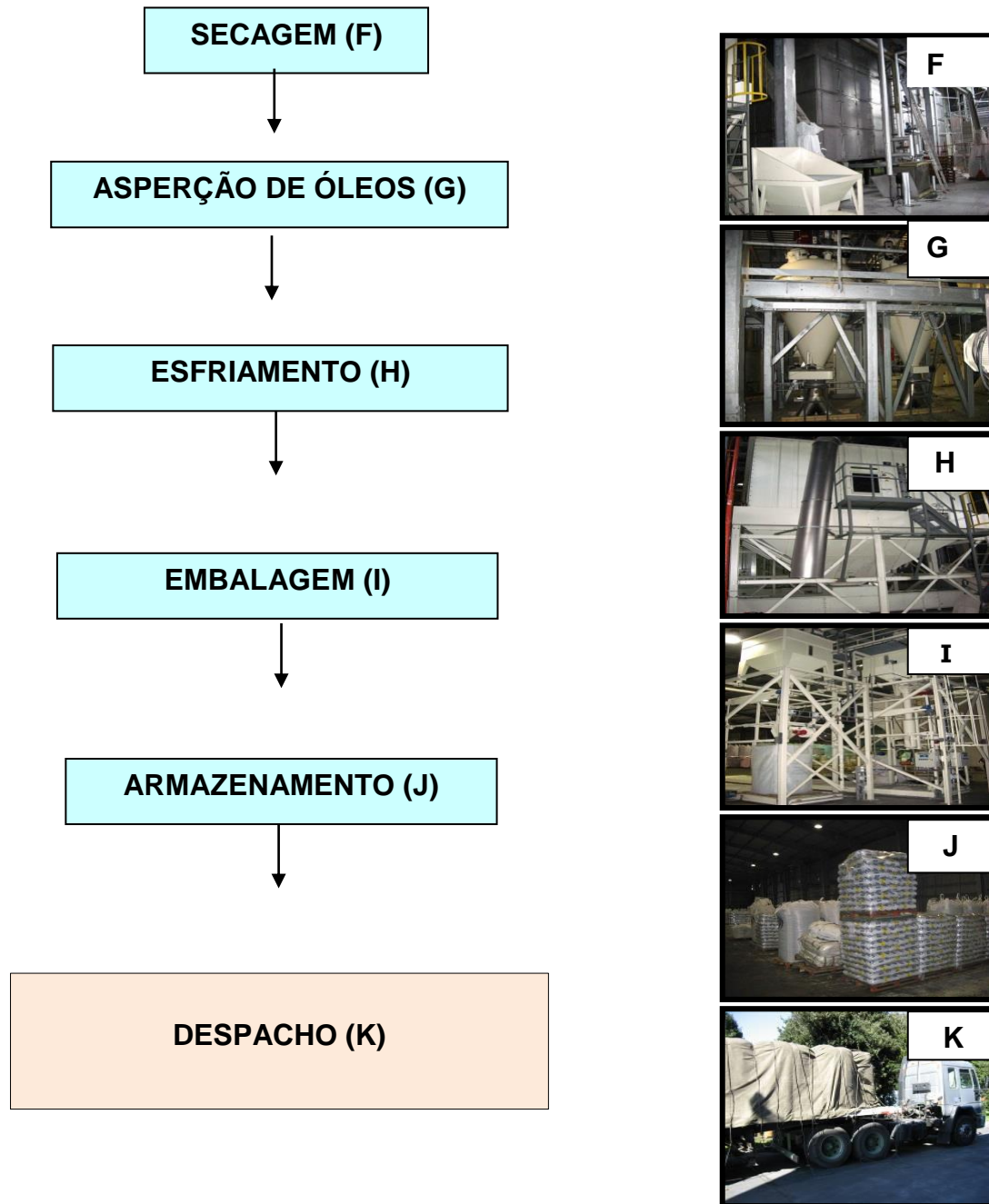
#### K) Despacho

O despacho é quando ocorre a liberação do produto terminado. Então os lotes podem ser transportados por caminhões até as fazendas aquícolas.

**Figura 6-** Diagrama das etapas de produção de alimento extrusado.







Fonte: BioMar Chile (2009).

## 2.2. AQUACORPORATION INTERNACIONAL (ACI)

A Fazenda de Tilápia (ACI) encontra-se a 5 km da fábrica BioMar e 2 Km da Terra Pez, facilitando assim o processo de logística. A ACI (Figura 7) é a maior fazenda na reprodução e cultivo de tilápias-do-Nilo-do-Nilo da Costa Rica. A fazenda possui 440 hectares de lâmina de água, sendo que em 60% é realizado o sistema semi-intensivo e em 40% é realizado o sistema intensivo. A fazenda tem permitido a utilização dos recursos de água para a produção de eletricidade, a água usada para a geração de energia é então utilizada para a produção de tilápia e posteriormente explorada nos sistemas de irrigação.

**Figura 7 -** AquaCorporation International (ACI).



Fonte: Dennis Fuentes (2013).

Neste local é realizado todo o processo do ciclo de vida da tilápia: reprodução, larvicultura e engorda. A produtividade anual está em torno de 21 mil toneladas. As tilápias-do-Nilo quando atingem entre 800 e 950 g já estão prontas para serem transportadas para a planta de processo Terra pez. O tempo de cultivo está descrito na Tabela 3, de acordo com sua fase do ciclo de vida.

**Tabela 3** - Densidade de cultivo de acordo com a fase do ciclo de vida da tilápia.

<b>Fase do Ciclo de vida</b>	<b>Tempo (Dias)</b>	<b>Densidade (peixe/m<sup>2</sup>)</b>
Reversão Sexual	15-30	550
Larvicultura	45-60	80
Pré Engorda sistema Semi-intensivo	60-90	140
Pré Engorda sistema Extensivo	60-90	70
Engorda sistema Intensivo	130-150	80
Engorda sistema Semi-intensivo	130-150	4

Fonte: AquaCorporation Internacional (ACI), 2013.

### 2.3. TERRA PEZ

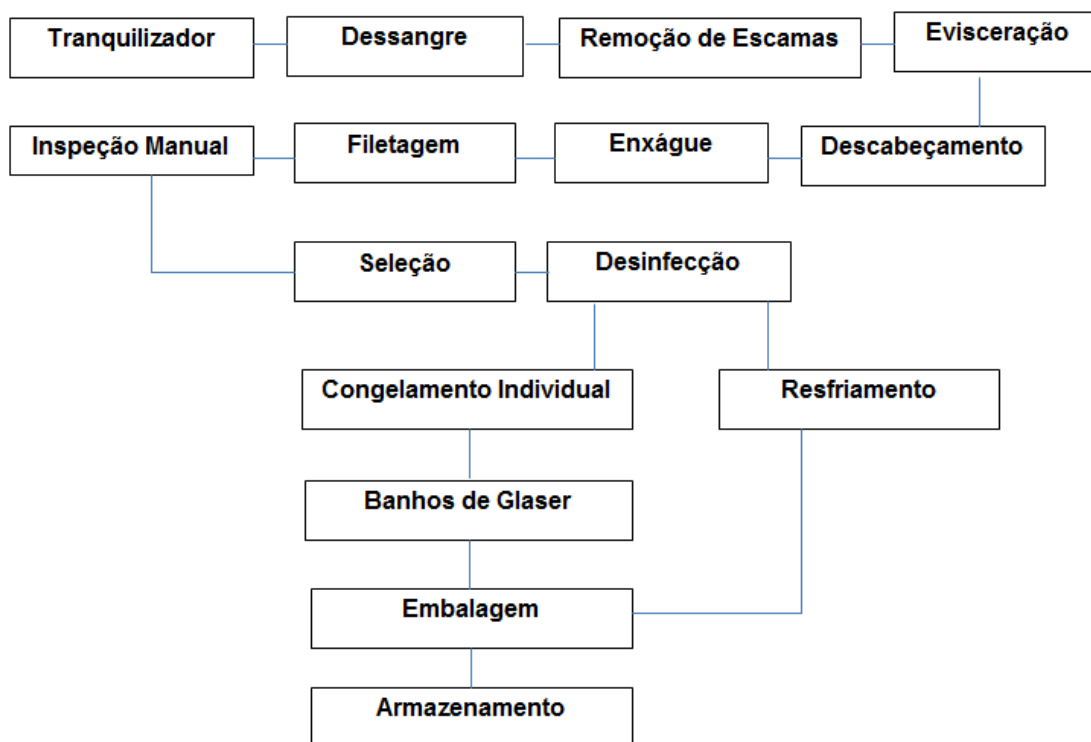
A Terra Pez é uma planta de beneficiamento das tilápias-do-Nilo-do-Nilo, implantada em Cañas, Costa Rica. As tilápias-do-Nilo-do-Nilo são comercializadas geralmente em filé, porém de acordo com o pedido dos clientes é realizado um tipo de corte específico, quando atingem o tamanho comercial, cerca de 900 g, podem ser vendidas para a Terra Pez.

O maior mercado consumidor é os Estados Unidos, onde 25% da tilápia fresca, que é comercializada no país, é importada da Terra Pez. A Terra Pez também exporta para a Europa produtos como escamas, pele e vísceras de tilápia, importantes para a produção de roupas, sapatos, jóias e colágeno. A quantidade de filé produzida está em aproximadamente 5 mil kg/h, sendo que o rendimento da produção de filé tem que ser superior a 35%. A Terra Pez está pesquisando possíveis mercados no Brasil e no México.

O beneficiamento da tilápia é realizado por 16 etapas até o armazenamento do filé e sua comercialização (Figura 8). As tilápias-do-Nilo que chegam de ACI são colocadas em um tanque tranquilizador com temperatura de 15°C, para baixar seu metabolismo. As tilápias-do-Nilo seguem em uma esteira para o processo de dessangre, onde é cortado o coração para retirar todo sangue do músculo, deixando assim o filé do pescado mais claro. Após este processo, os peixes são descamados, eviscerados por um cano de sucção, seguindo-se pelo descabeçamento. Após essa etapa seguem para o enxágue, onde é feita a limpeza. Depois é feita a filetagem, um processo minucioso onde é retirada a maior parte de manchas. Por fim, é feita a inspeção manual; nesta etapa é verificada a qualidade do produto e é feito um controle através das características da carne como corte, tamanho, quantidade de

espinhos e manchas. Logo após este processo, seguem para uma máquina selecionadora de tamanhos de filé. O filé é passado por um processo de desinfecção feito com água e ácido acético, ou água e hipoclorito. Depois o filé é resfriado a uma temperatura de 2°C por 10 min, e embalado com plástico em caixas de polietileno. Para alguns clientes o filé pode ser congelado a uma temperatura de -25°C com banhos de glaser e mantidos em frigoríficos próprios.

**Figura 8** - Fluxograma dos processos de beneficiamento.



Fonte: Maitê Coelho Florindo (2013).

### 3. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

As atividades realizadas durante o estágio englobaram: participação das atividades que aconteceram na FTU, suas pesquisas e experimentos em desenvolvimento com a tilápia-do-Nilo; acompanhamento dos procedimentos rotineiros, como alimentação; medição de parâmetros físico-químicos e realização de biometrias; atividades desenvolvidas no laboratório de controle e qualidade, bem como na realização das análises de composição centesimal e análises físicas.

#### 3.1. FEED TRIAL UNIT (FTU)

A Unidade Experimental de Alimento (FTU), (Figura 9), foi o primeiro centro experimental implantado na América Central. O (FTU) foi instalado nas dependências da BioMar Costa Rica com objetivo de desenvolver dietas e realizar provas para espécies aquícolas. No período do estágio, o FTU realizou um experimento com diferentes dietas para tilápia-do-Nilo na etapa de engorda.

**Figura 9** – Unidade Experimental de Alimento (FTU), Costa Rica.



Fonte: BioMar (2013).

### 3.1.1. ESTRUTURA FÍSICA

As instalações se encontram em uma área construída de 300 m<sup>2</sup>. O FTU é composto por 4 salas administrativas e o espaço do sistema de recirculação intensivo (Figura 10). Estão dispostos dentro deste espaço, 2 tanques circulares de 5 mil litros para realização de aclimação ou quarentena, 18 tanques de 1.000 litros para os ensaios oficiais de dietas e de matérias primas e 16 tanques de 250 litros para ensaio menores e possíveis tratamentos de profilaxia.

O sistema “hatchery” comporta um volume de água total de 22 mil litros, neste sistema 95% da água é reutilizada, o sistema também inclui: filtro mecânico rotatório, biofiltro, sistema de oxigenação, filtros ultravioleta e alimentadores automáticos.

**Figura 10** - Sistema de recirculação fechado (FTU).



Fonte: Maitê Coelho Florindo (2013).

O sistema de recirculação fechado “Hatchery” (Figura 11) possui componentes que funcionam para a remoção da amônia, produto da excreção do metabolismo dos peixes. A água que sai dos tanques é transportada até ao filtro mecânico por um conjunto de tubulações.

O filtro mecânico é composto por um tambor com telas de nylon, cuja função é remover a matéria orgânica e partículas sólidas contidas na água. Após a

passagem da água pelo filtro mecânico, ela segue por tubulação fechada até o biofiltro.

O biofiltro é um compartimento preenchido por *bioballs* mais a água que sai do sistema, dispostos em um tanque de alvenaria. Os *bioballs* funcionam como um filtro biológico, cuja função é criar um substrato para que as bactérias nitrificantes transformem compostos nitrogenados como amônia ( $\text{NH}_3$ ) em nitrito ( $\text{NH}_2^-$ ) e nitrito em nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) através da oxidação bioquímica pela ação das bactérias nitrificantes, *Nitrossomonas* e *Nitrobacter*, respectivamente. Neste compartimento há presença de aeração com mangueiras e pedras porosas, a fim de uniformizar o oxigênio por todo o compartimento. Segundo Eding *et al.* (2006), esta etapa é de grande importância em um sistema de recirculação fechado, pois o filtro biológico pode apresentar grandes vantagens como: simples operação e gestão; remoção do  $\text{CO}_2$ ; estabilidade no processo, devido a manter níveis de oxigênio elevados; entre outras vantagens.

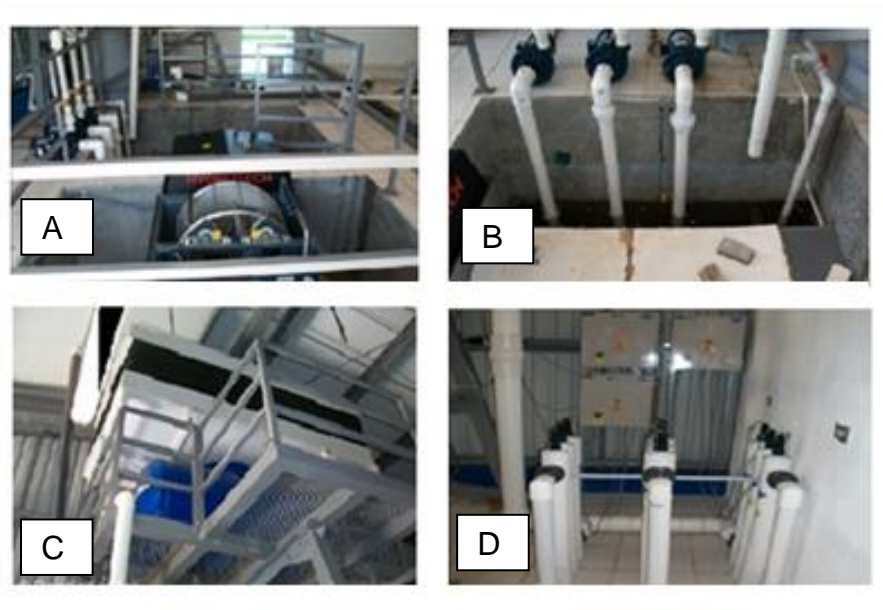
Entretanto, estas vantagens serão reais quando se tem um manejo adequado, como limpeza e sifonagem dos tanques no horário correto, (normalmente 2 h após a alimentação), oferta da quantidade de ração ideal para os peixes; saber a quantidade de ração que o sistema pode comportar; manutenção dos equipamentos periodicamente; níveis ideais de temperatura e oxigênio dissolvido; entre outros fatores que interferem em um bom funcionamento do sistema.

Depois do filtro biológico, as bombas hidráulicas fornecem a energia para o levantamento da água até o compartimento do degasificador. Devido ao desnecessário acúmulo de amônia as bombas hidráulicas são instaladas, geralmente quando se tem biofiltros maiores e requer uma maior taxa de circulação da água no filtro biológico e no sistema, aumentando os custos devido ao maior gasto de bombeamento de água.

O Sistema de injeção de oxigênio tem a função de saturar a água com oxigênio gasoso impedindo que este se perca para o ar, é necessário saturar a água com oxigênio para recompor o oxigênio consumido e remover o gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) no processo de nitrificação. Após este processo, a água é transportada até o filtro ultravioleta composto por um conjunto de lâmpadas UV, cuja função é esterilizar a água. O filtro UV é o último compartimento do sistema, depois do filtro a água retorna aos tanques.



**Figura 11** - Componentes do sistema de cultivo. A) Filtro mecânico; B) Biofiltro; C) Injeção de Oxigênio; D) Filtro Ultravioleta.



Fonte: Maitê Coelho Florindo (2013).

### 3.1.2. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

Durante o período de atividades no FTU, eram realizados procedimentos diários como alimentação, medição de temperatura, oxigênio, limpeza dos tanques; e procedimentos semanais de qualidade de água, bem como análise de pH,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ .

#### 3.1.2.1. PROCEDIMENTOS DIÁRIOS DE ALIMENTAÇÃO

Os procedimentos diários de alimentação eram realizados por todos os funcionários do FTU (Figura 12). Neste período no FTU estava acontecendo um experimento de diferentes dietas ofertadas para tilápia-do-Nilo, o mesmo experimento era realizado em ACI só diferia o ambiente aberto em ACI e fechado no FTU.

A alimentação era fornecida 4 vezes ao dia até saciedade aparente. Os horários de alimentação eram 6:00 h, 9:00 h, 13:00 h e 17:00 h. Após a alimentação, era anotado em uma planilha o horário, data e o consumo de ração. A alimentação a saciedade aparente é uma atividade que demanda observação, por meio da



alimentação podemos perceber o comportamento dos peixes.

A alimentação é um procedimento realizado por todos os operários do FTU, quando a alimentação é realizada por mais pessoas, pode causar diferenças significativas no consumo de ração, isto porque uma pessoa sempre alimenta em maior quantidade que outra pessoa. Uma possibilidade interessante seria realizar o treinamento em grupo para a oferta de ração. Esta ideia é importante, pois irá padronizar o modo com que o operário oferece o alimento aos peixes. O aumento ou redução da oferta de ração pode afetar no metabolismo dos peixes influenciando de forma positiva ou negativa, como aumento ou diminuição do crescimento, ganho em peso, sobrevivência, entre outros índices estudados na nutrição.

O uso de rações de alta qualidade com balanço adequado de nutrientes e que possuem alta digestibilidade, possibilita que o aporte de resíduos sólidos do sistema será menor, o que evita sobrecargas no sistema de recirculação, e reduz a excreção da amônia. Por isso é importante estudar o funcionamento do metabolismo das espécies aquícolas, pois a nutrição influencia diretamente na atividade fisiológica animal, além de impactar significativamente nos custos de produção. Geralmente a ração representa uma porção significativa dos custos operacionais principalmente da criação de larvas (PERSON LE RUYET *et al.*, 1993; JOMORI *et al.*, 2005; TAKATA 2007).

**Figura 12 - Atividades diárias.**



Fonte: Diego Solano (2013).

### 3.1.2.2. PROCEDIMENTOS DIÁRIOS DE QUALIDADE DE ÁGUA

A temperatura e oxigênio dissolvido eram medidos uma hora após a alimentação e os mesmos procedimentos de qualidade de água eram realizados durante a madrugada. A limpeza dos tanques era feita 3 vezes por dia, para não haver acúmulo da matéria orgânica.

Os parâmetros de qualidade de água possuem uma grande importância, isto porque um parâmetro sofre dependência de outro. De acordo com Petit (1990) dependendo da concentração de oxigênio nos tanques os organismos estão dispostos a quatro situações: independência do oxigênio (o animal tem O<sub>2</sub> suficiente para realizar suas atividades metabólicas); dependência alimentar (o animal não dispõe do oxigênio para metabolizar o alimento ingerido); dependência fisiológica (o animal sofre estresse e doente); e a mortalidade (os animais morrem por hipóxia).

Baixas concentrações de oxigênio são consideradas os maiores limitantes na aquicultura intensiva (BOYD & WATTEN, 1989). A concentração de oxigênio ideal para o normal funcionamento do metabolismo de espécies tropicais está em torno de 5,0 mg/L, porém quando o oxigênio dissolvido atinge aproximadamente baixos níveis como 3 a 3,5 mg/L, ocorre a diminuição no crescimento e maior vulnerabilidade a enfermidades, (BOYD, 1989).

Para a incorporação de oxigênio no (FTU) são colocados aeradores com pedras porosas nos tanques a fim de distribuir uniformemente o oxigênio e evitar o acúmulo de matéria orgânica. Em casos de emergência, quando os níveis de oxigênio estão baixos, é utilizado um cilindro de oxigênio gasoso.

A temperatura é um parâmetro importante, pois influencia conjuntamente com a concentração de oxigênio. Segundo Hardy (1981) a temperatura é um dos processos limitantes dentro dos processos biológicos, os animais poiquilotérmicos que habitam o meio aquático dependem da temperatura para suas atividades e sobrevivência. Para espécies de clima tropical a temperatura varia de 25°C a 35°C (PARKER & DAVIS, 1981). A faixa ótima para o crescimento saudável das tilápias-do-Nilo é 27 a 28°C, à medida que a temperatura aumenta se produz um aumento na atividade até certo limite, porém o aumento excessivo também pode provocar a morte do animal ou queda da atividade fisiológica do animal (MORALES, 1986).

### 3.1.2.3. PROCEDIMENTOS SEMANAIS DE QUALIDADE DE ÁGUA

O pH,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  eram analisados 3 vezes por semana (segunda, quarta e sextas feiras), normalmente pelo período matutino (Figura 13). O equipamento para a medição de pH era um phmetro e para análise de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  era utilizado um espectrofotômetro.

O pH, potencial hidrogênio iônico expressa o grau de acidez, neutralidade e alcalinidade de um líquido. Segundo Curtis (1985) substâncias ácidas e bases fortes podem causar aumentos nas concentrações dos íons ( $\text{H}^+$ ) e ( $\text{OH}^-$ ) pelo alto poder de ionização. Este parâmetro possui efeito sobre o metabolismo e processos fisiológicos dos peixes e desempenha um papel importante na disponibilidade de nutrientes, a alta concentração de matéria orgânica pode aumentar o pH, sendo que o pH ideal para cultivo de espécies de clima tropical seria de neutro a levemente ácido (7,0-6,5).

Quanto maior for o pH, maior será a porcentagem de amônia tóxica na amônia total, e maior será a concentração de matéria orgânica. Os valores de amônia não ionizada ( $\text{NH}_3$ ) não pode ser superior a 0,1 mg/L, já o nitrito ( $\text{NH}_2^-$ ) não pode ultrapassar 0,5 mg/L e o nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) pela fato de não apresentar alta toxicidade em ambiente aquático e poucos trabalhos são realizados seu valor pode variar até 10 mg/L.

O espectrofotômetro permite comparar a radiação absorvida por uma solução que contém uma quantidade desconhecida de soluto com um “branco” onde a concentração é conhecida.

De acordo com o protocolo estabelecido, primeiramente era feito a tomada de três amostras de água de diferentes pontos: da entrada do tanque, saída do tanque e do biofiltro. Estas amostras eram colocadas em suas respectivas garrafas rotuladas, que comportavam 600 mL. Após a tomada das amostras, elas eram passadas em filtro de papel, e assim estavam prontas para a medição no espectrofotômetro. Durante este procedimento foi avaliado diferentes pontos para a tomada de água em um mesmo local, por exemplo, foram testados três pontos de tomada de água no compartimento do rotofiltro e biofiltro.

Estes parâmetros são importantes, pois seu monitoramento indica a concentração de matéria orgânica no sistema. A presença de matéria orgânica altera a coloração da água impedindo uma nítida observação do operário aos tanques

podendo reduzir as concentrações de oxigênio dissolvido. O acúmulo de matéria orgânica é prejudicial ao sistema de filtragem, pois obriga ao operário a realizar limpezas frequentes e aumentar a necessidade de retrolavagens nos filtros. Além disso, o acúmulo de matéria orgânica favorece o aparecimento de organismos patogênicos o que prejudica a saúde e bem estar animal (KUBTIZA, 2006).

**Figura 13** - Análises de amônia, nitrito e nitrato.

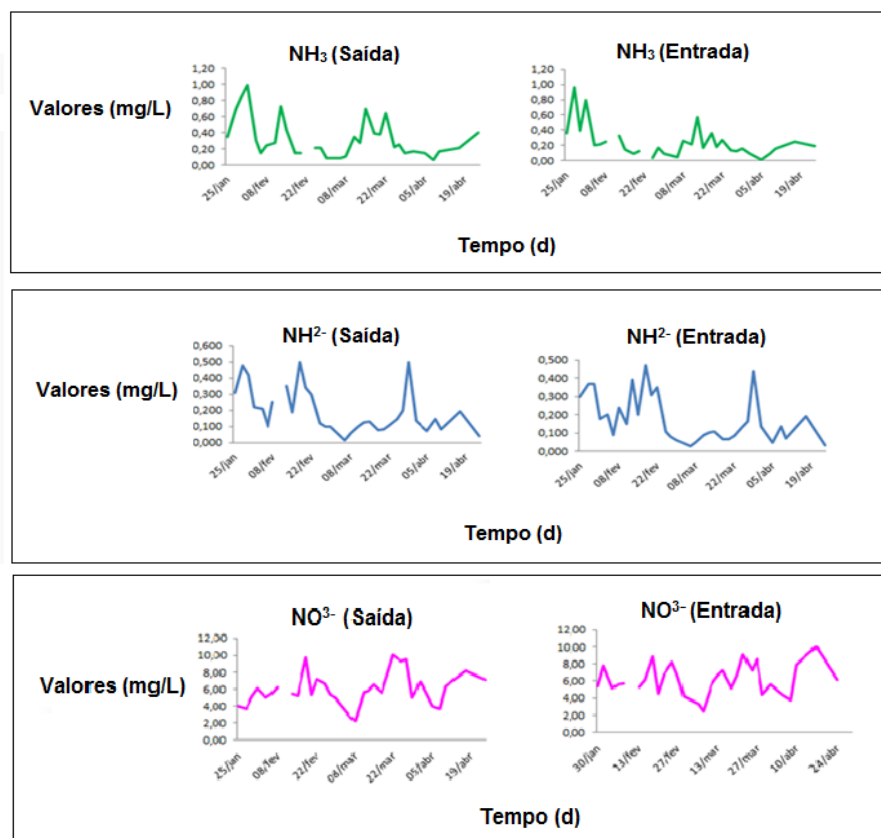


Fonte: Maitê Coelho Florindo (2013).

Os resultados (Figura 14) eram expressos em forma de gráfico, para verificar o comportamento dos parâmetros de qualidade ao longo do tempo, dado em dias. Não foram observadas variações nos valores de  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NH}_4^{2-}$  e  $\text{NO}_3^{3-}$ , em comparação entre a entrada e saída da água no tanque.

Os valores de  $\text{NH}_3$  e  $\text{NH}_4^{2-}$ , na entrada da água nos tanques teoricamente devem ser menores do que na saída dos tanques, pois a água já passou pelo processo de limpeza e eliminação da matéria orgânica pela ação das bactérias contidas no biofiltro. O gráfico mostrou ainda que os valores dos parâmetros variaram conjuntamente, o que indica que os valores são semelhantes na entrada e saída da água no sistema. Contudo, é válido ressaltar que estavam sendo aplicados testes para o procedimento de tomada de água para medição dos parâmetros, pois o sistema de recirculação do FTU foi instalado apenas um mês anterior ao estágio.

**Figura 14** - Gráficos com a relação dos parâmetros de qualidade de água ao longo do tempo.



Fonte: Maitê Coelho Florindo (2013).

### 3.2. LABORATÓRIO DE CONTROLE E QUALIDADE

O laboratório de controle e qualidade (Figura 15) tem a função de realizar o controle de qualidade e inocuidade do produto final, das matérias primas, e realizar análises físicas e análises de composição centesimal. Outra função do laboratório é verificar se o produto terminado e as matérias primas estão de acordo com as especificações da dieta.

**Figura 15** - Laboratório de Controle e Qualidade.



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2012).

### **3.2.1. CONTROLE E QUALIDADE**

Para realizar o controle de qualidade é necessário seguir as normas estabelecidas para organização, das especificações dos clientes, e as normas ISO 9001, Cumprimentos de Boas Práticas de Manufatura Centro-americanas de Inocuidade, e ISO 14001. Estes requisitos e normas permitem que o produto e a matéria prima cumpram com os requisitos de qualidade e seguridade da inocuidade do produto. Os principais pontos a serem analisados e que necessitam de uma inspeção mais rigorosa são: entrada e estoque de matérias primas; descarga de matérias primas aos silos; pesagem de macro e micro insumos; extrusão; adição de óleo; embalagem do produto; e armazenamento do produto.

Para cumprir com os requisitos de qualidade, os ingredientes utilizados pela BioMar Costa Rica são comprados de fornecedores consolidados no mercado da Costa Rica e Nicarágua. Os ingredientes com maior disponibilidade na Costa Rica para a produção de alimentos extrusados estão listados na Tabela 4. A compra dos ingredientes é feita a partir de três fatores importantes no mercado. O primeiro é o custo benefício, ou seja, a matéria prima tem que ter um preço que está de acordo com o mercado e com a necessidade do cliente. Em segundo, a disponibilidade, isto é, quais os ingredientes que tem maior produção no país. E em terceiro, tem que atingir as necessidades nutricionais requeridas pela espécie.

**Tabela 4 - Ingredientes utilizados na planta.**

<b>Dieta - Tamanho de pélete (mm)</b>				
<b>Matérias Primas</b>	<b>3.0 mm</b>	<b>4.5 mm</b>	<b>7.0 mm</b>	<b>10-11 mm</b>
Farinha de Peixe	20-30%	10-20%	5-15%	2-8%
Óleos	5-10%	4-8%	0-5%	0-5%
Farinha de trigo e subprodutos	5-15%	5-15%	5-15%	5-15%
Farinha de soja	30-60%	30-60%	30-60%	30-60%
DDGS* e farinha de milho	0-10%	0-15%	0-15%	0-15%
Farinha de arroz e subprodutos	0-10%	0-35%	0-35%	0-35%
Farinha de aves e subprodutos	0-10%	0-10%	0-10%	0-10%
Farinha de feijão e subprodutos	0-10%	0-10%	0-10%	0-10%

Fonte: BioMar (2012).

\*DDGS: Destilado da casca do Milho (subproduto de processamento).

Estes ingredientes são controlados na entrada dos caminhões, quando chegam à empresa. São realizadas análises físicas e bromatológicas na descarga das matérias primas; estas análises são realizadas para saber a identidade, isto é, a origem dos ingredientes, e saber principalmente se não há alguma substância ou material que apresente um perigo pra os peixes, problemas de processabilidade e não cumprimento das especificações nutricionais. As matérias primas entregues são analisadas com base em um programa de controle de qualidade (Tabela 5), de acordo as especificações da organização. Este programa está desenhado de acordo com o fator crítico de cada matéria prima.

**Tabela 5 - Porcentagem de matérias primas analisadas de acordo com programa de controle da qualidade.**

Matérias Primas	Organolépticos	Pragas	Impurezas	Densidade	Umidade	Proteína	Lipídeos	Cinzas	Fibra	Acidez	Peróxidos
Farinha de Trigo e subproduto	100	100	0	100	100	25	25	25	25	0	0
Farinha de Soja	100	100	0	100	100	50	50	50	50	0	0
Farinha de Peixe	100	100	0	100	100	100	100	100	10	0	0
Arroz e Subprodutos	100	100	0	100	100	25	25	25	10	0	0
DDGS e Farinha de Milho	100	100	0	100	100	25	25	25	10	0	0
Farinha de feijão e subprodutos	100	100	0	100	100	25	25	25	10	0	0
Óleos	100	100	25	100	100	0	0	0	0	100	100
Farinha de Aves subprodutos	100	100	0	100	100	100	100	100	10	0	0

Fonte: BioMar (2012).

\*DDGS: Destilado da casca do Milho (subproduto de processamento).



Na planta de produção de alimentos extrusados podem-se encontrar locais de detecção de anomalias (Tabela 6). As anomalias são irregularidades que podem estar presentes nos péletes e nas matérias primas, em um determinado local da produção do alimento. Estes são chamados Pontos Críticos de Controle. As anomalias podem aparecer devido à má qualidade das matérias primas, mau processamento das matérias primas, mal uso de equipamentos, e também limpeza não frequente das instalações fabris, o que pode levar ao desenvolvimento e presença de pragas (traças, besouros, baratas, insetos). Por isso é importante realizar o controle de qualidade, e programar pontos de controle no processo como forma de prevenção contra a entrada de microrganismos ou materiais que possam prejudicar a produção do alimento e a saúde dos peixes.

**Tabela 6** - Locais de detecção de anomalias.

<b>Recepção e estoque de Matérias Primas</b>	<b>Produção</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de pragas;</li> <li>• Insumos e sacas com danos;</li> <li>• Insumos vencidos;</li> <li>• Insumos úmidos;</li> <li>• Insumos com pragas</li> <li>• Insumos que não cumpram com especificações nutricionais;</li> <li>• Insumos com antinutricionais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de pragas;</li> <li>• Equipamentos com fungos;</li> <li>• Insumos com fungos na linha de produção;</li> <li>• Formação dos péletes com forma não adequada;</li> <li>• Porcentagem de umidade alta;</li> <li>• Não conformidade da Porcentagem de flutuação;</li> <li>• Porcentagem de pó;</li> <li>• Coloração anormal;</li> <li>• Cheiro não normal do alimento;</li> <li>• Insumos mal moídos.</li> </ul>
<b>Embalagem</b>	<b>Recepção do Produto Terminado</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sacas sujas;</li> <li>• Sacas com pragas;</li> <li>• Material estranho nos silos;</li> <li>• Presença de pragas na embalagem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presença de pragas;</li> <li>• Sacas sujas;</li> <li>• Deformidade na embalagem;</li> <li>• Produto vencido;</li> <li>• Produto mal etiquetado.</li> </ul>

Fonte: BioMar (2012).

Uma vez que o produto está pronto, este volta pra ser analisado pelo controle de qualidade. Os produtos são analisados para garantir aos clientes o cumprimento das características de cada produto e os parâmetros nutricionais requeridos pela

espécie. O cumprimento das características de cada produto se dá de acordo com cada dieta, e pode-se resumir segundo a Tabela 7. O nome da dieta é dado devido o nome da espécie *Oreochromis niloticus*, abreviando-se o gênero como *Cromis*.

**Tabela 7 – Especificações das dietas pra Tilápia-do-Nilo.**

<b>Dieta</b>	<b>Cromis 15</b>	<b>Cromis 70</b>	<b>Cromis 250</b>	<b>Cromis 450</b>
Tamanho de Peixe (g)	15 - 70	70 - 250	250 - 450	450 - 950
Tamanho do Pélete (mm)	3 mm	4,5 mm	7 mm	10 mm
Flutuação (% mín.)	> 90%	> 90%	> 90%	> 90%
Pó (% máx.)	< 0,5%	< 0,5%	< 0,5%	< 0,5%
Umidade (% máx.)	10	10	10	10
Proteína Bruta (% mín.)	36	34	29	29
Lipídeos (% mín.)	10	6	6	6
Fibra Bruta (% máx.)	5	5	5	5
Cinzas (% máx.)	10	10	10	10

Fonte: BioMar (2013).

As metodologias de análises usadas pra garantir a qualidade das matérias primas são as análises físicas e de composição centesimal, descritas abaixo. No Anexo I serão apresentados os procedimentos de suas respectivas análises.

### **3.2.2. ANÁLISES FÍSICAS**

As análises físicas são realizadas com a matéria prima que chega à planta de produção e com o produto em processo e o produto terminado. Os parâmetros físicos analisados são os seguintes: comprimento e diâmetro, pós e péletes partidos, densidade, umidade, flutuabilidade, aspecto em geral e características organolépticas. Quando o produto final apresenta uma não conformidade, isto é, alteração dos valores permitidos pelas análises físicas, é emitida uma notificação de não conformidade do produto e logo se toma uma decisão de despachar o produto ou não o produto.

#### **3.2.2.1. COMPRIMENTO E DIÂMETRO**

Este método se aplica ao produto terminado em forma de péletes elaborados pelo processo de extrusão. Baseia-se na medição do comprimento de um número de

péletes (Figura 16) ou da longitude total de uma fila de péletes (Figura 17), em seguida, é realizado a média. O comprimento e o diâmetro são análises físicas importantes para a avaliação do tamanho do grânulo, pois a granulometria tem que ser compatível com o tamanho da boca da espécie. Geralmente, os tamanhos dos péletes são uniformes, como não há problemas com o tamanho, neste caso os péletes são sempre despachados.

**Figura 16 - Comprimento do pélete**



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

**Figura 17 - Diâmetro dos péletes.**



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

### **3.2.2.2. UMIDADE EM TERMOBALANÇA**

Este método se aplica para determinação de umidade tanto em matérias primas como em produto terminado. O método determina o conteúdo de umidade por meio da emissão de ondas infravermelhas que volatizam as substâncias que possuem um ponto de ebulição igual ou menor ao parâmetro colocado na termobalança (Figura 18).

O valor de umidade permitido na BioMar está até 10%. Uma alta umidade pode levar ao desenvolvimento da presença de fungos e deterioração da matéria prima, por isso é fundamental a secagem do pélete e uma nova avaliação da umidade em termobalança. A umidade pode ser considerada uma das principais medidas físicas, uma vez que muitos parâmetros como flutuação, pós e péletes partidos dependem da densidade. No caso de subprodutos de origem animal, uma alta umidade poderá resultar na rancificação. Nos grãos e subprodutos de origem vegetal, uma alta umidade pode levar ao desenvolvimento de fungos e a ocorrência de mofo.

Quando há presença de fungos na ração é obrigatório descartar o lote e verificar a causa do problema e propor uma solução. A presença de fungos é a única não conformidade que não pode estar presente na ração, pois o desenvolvimento dos fungos pode causar enfermidades aos animais ou ser um meio de veículo para o desenvolvimento de outras pragas.

**Figura 18 – Umidade em Termobalança.**



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

### **3.2.2.3. DENSIDADE**

A densidade é expressa como massa de um corpo dividida pelo volume que este ocupa. Este método se aplica para determinação de densidade tanto em matéria prima como em produto terminado. O método se baseia em calcular a densidade por meio da massa que se obtém ao pesar uma quantidade de amostra contida em uma proveta de 1.000 mL (Figura 19). A ração deve apresentar densidade compatível ao hábito alimentar da espécie. Os grânulos apresentam propriedade de flutuar ou afundar, rapidamente ou lentamente, na coluna d'água. Normalmente os valores de densidade nunca são ultrapassados pelo limite, a densidade é um método que não ocorre problemas para o controle e qualidade.

**Figura 19** - Proveta com péletes.



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

#### **3.2.2.4. FLUTUABILIDADE**

Este método se aplica ao produto terminado. Permite determinar a quantidade de péletes que flutuam em água doce. O método se baseia na determinação da porcentagem de flutuabilidade em água doce em temperatura ambiente (Figura 20).

Para grande parte das espécies de água doce, a flutuabilidade da ração é uma característica importante, que permite visualizar o consumo alimentar dos peixes na superfície da água, servindo de indicativo de apetite. Quando acontece de ter lotes que apresentam flutuabilidade inferior ao valor estabelecido, pode-se combinar com dois ou mais lotes para atingir o valor permitido.

**Figura 20 - Flutuabilidade.**



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

#### **3.2.2.5. PÓS E PÉLETES PARTIDOS**

A determinação da porcentagem de pós e péletes partidos é realizada por meio de peneiras (Figura 21), as peneiras utilizadas dependem do calibre do pélete. Colocam-se os péletes em peneiras de diferentes tamanhos ligadas na tomada, em vibração por 3 minutos. Por diferenças de peso nas peneiras se obtém a porcentagem de finos e partidos. Partículas grosseiras dos ingredientes geram pontos de fratura no pélete e comprometem a sua qualidade, o que aumenta a porcentagem de pó na ração.

A quantidade de pós e péletes partidos ofertados na ração aumenta a concentração de matéria orgânica presentes nos tanques, prejudicando a alimentação e os parâmetros de qualidade de água. Por isso é ideal que o processo de moagem seja bem realizado, para não haver fraturas nos péletes. No caso dos pós e péletes partidos geralmente não acontece problemas porque se pode peneirar retirando o excesso de pó na ração e os péletes partidos.

**Figura 21** - Quantidade de Pós e Péletes Partidos.



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

#### **3.2.2.6. ASPECTO EM GERAL E CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPCAS**

O aspecto em geral e as características organolépticas são aplicados para a matéria prima e produto terminado. É baseado na verificação ao olho nu, observando-se a forma e conformidade dos péletes e o estado da matéria prima. Verifica-se ainda a presença de pragas ou fungos, coloração, odor e textura que podem provocar alguma alteração a nutrição do produto. Tem-se uma tabela para indicar, por exemplo, a intensidade da coloração, textura da matéria prima e do produto final.

#### **3.2.3. ANÁLISES DE COMPOSIÇÃO CENTESIMAL**

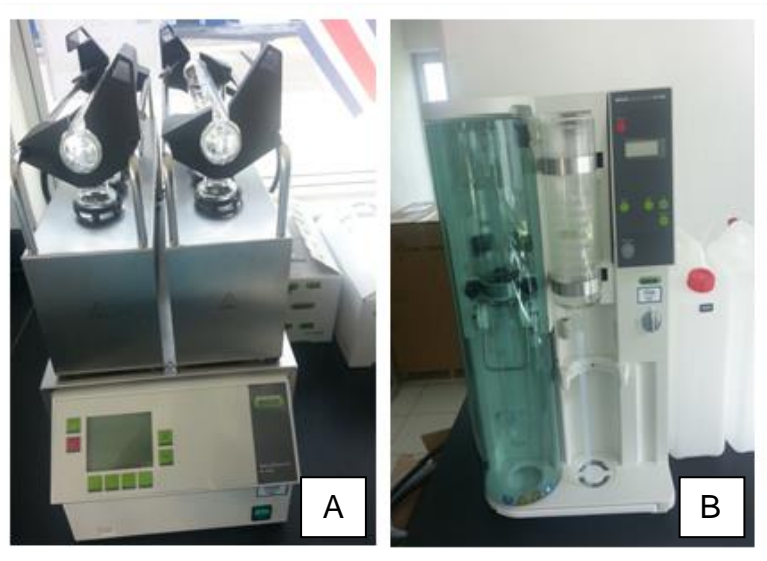
As análises de composição centesimal são realizadas com a matéria prima e com o produto terminado no Laboratório de Controle e Qualidade. São analisadas: Proteína Bruta, Lipídeos, Fibra bruta, Cinzas, Umidade em Estufa (Matéria seca), Índice de Acidez e Índice de Peróxidos.



### 3.2.3.1. PROTEÍNA BRUTA

A análise de proteína é realizada pelo método de Kjeldahl, em duplicata (Figura 22). Consiste em três etapas básicas: 1) a digestão, onde o nitrogênio orgânico é transformado em amônia ( $\text{NH}_3$ ); 2) a destilação, onde o gás amônia é liberado e recolhido em uma solução receptora; e 3) a titulação, que é a determinação quantitativa da amônia recolhida também em uma solução receptora. O teor de proteína bruta presente nas amostras de matéria prima e produto terminado é determinado a partir do seu conteúdo de nitrogênio. A maior parte das proteínas tem 16% de nitrogênio, entretanto, o fator para converter o nitrogênio em proteína é  $100/16$ , ou 6,25 (MORETTO *et al.*, 2002). A proteína é o nutriente que possui grande importância em uma dieta, pois promove o crescimento e manutenção de várias funções vitais; além disso, pode representar 60% dos custos de produção na ração (NUTRIAQUA, 2013). Sua exigência para Tilápias-do-Nilo com peso vivo inferior a 1 g é de 35 a 50%; tilápias-do-Nilo com peso vivo entre 1 e 5 g exigem de 30 a 40% de proteína; entre 5 e 25 g de peso vivo, a exigência é de 25 a 30%; e para tilápias-do-Nilo pesando mais que 25 g podem ser usadas dietas contendo de 20 a 25 % de proteína bruta (BALARIN & HALLER, 1982). Porém estes valores podem variar de acordo com a intensidade e regime de criação (CARNEIRO *et al.*, 2002).

**Figura 22** - A) Bloco Digestor; B) Destilador.



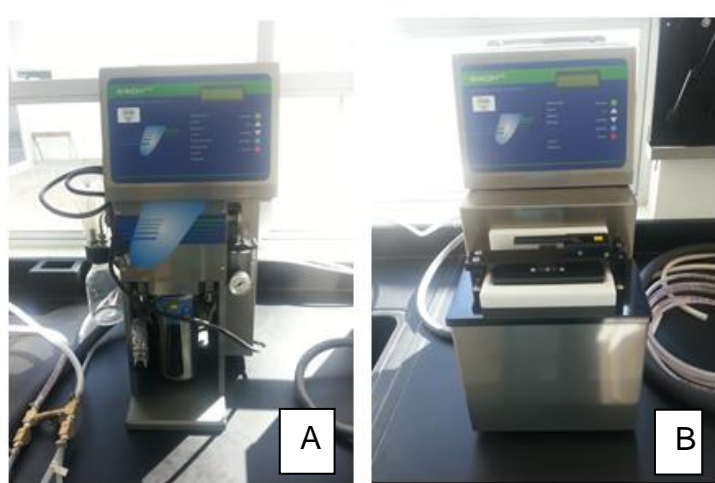
Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).



### 3.2.3.2. LIPÍDEOS

A análise de lipídeos é realizada pelo método gravimétrico (105°C), em duplicata. Consiste em duas etapas, a primeira etapa é a hidrólise ácida (Figura 23-B), onde ocorre a digestão ácida, e a segunda etapa é a extração (Figura 23-A), onde é obtido o extrato etéreo. Na hidrólise ácida, uma quantidade de amostra pesada do alimento é submetida à solução com ácido clorídrico concentrado (HCl), utilizado para separar a gordura bruta dos hidratos de carbono e proteínas. Em seguida é realizado o extrato etéreo, e utiliza-se o éter de petróleo para extração da gordura. Os componentes extraídos são principalmente triglicerídeos e pequenas quantidades de outros lipídeos que tenham solubilidade em éter de petróleo, também são extraídos carotenóides, vitaminas A e D, e fosfatídeos. Os lipídeos têm papel fundamental na fisiologia dos peixes, pois somados às proteínas, são considerados os principais constituintes orgânicos dos tecidos corporais. Os lipídeos exercem diversas funções, como: manutenção da estrutura, fontes de energia, fonte de ácidos graxos essenciais, precursores de hormônio e outras moléculas bioativas, como eicosanóides e docosanóides (TAKEUCHI, 1997).

**Figura 23 - A) Extração; B) Hidrólises Ácida.**



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

### 3.2.3.3. FIBRA ALIMENTAR BRUTA

O método é determinado pela extração da fibra alimentar bruta realizada em triplicata (Figura 24). A fibra bruta é constituída principalmente por polissacarídeos não amiláceos, oligossacarídeos, carboidratos análogos e lignina. A fibra bruta é obtida por meio da extração ácida e alcalina, as amostras em bolsas filtro são submetidas à extração com soluções de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) a 0,255 N, e de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,313 N. Os componentes removidos da amostra ao digerir são as proteínas, açúcares, amidos, gordura e alguns carboidratos. A fibra é um nutriente importante a ser analisado, pois auxilia na velocidade da passagem do alimento pelo trato digestório (LASSITER & EDWARDS, 1982).

**Figura 24** - Equipamento da fibra.



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

### 3.2.3.4. CINZAS

Este método permite determinar o conteúdo de matéria mineral. O método baseia-se na determinação do resíduo não volátil da amostra por incineração, a temperatura de 550 °C (Figura 25). Este resíduo, pela diferença de massa em relação à amostra inicial, compõe a porcentagem de cinzas da amostra. A incineração deve ser prolongada até que as cinzas mostrem coloração uniforme de branca acinzentada, porém quando há ocorrência de uma coloração avermelhada ou

pontos negros de carvão, deve-se alongar o processo por maior tempo. Os minerais são elementos inorgânicos essenciais para os processos vitais, e sua deficiência pode levar à patologia do animal. Entretanto, o excesso pode causar toxicidade. Os minerais são divididos em duas categorias, os Macrominerais cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), sódio (Na), potássio (K), e cloro (Cl); e os Microminerais ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), selênio (Se), e iodo (I). A presença das quantidades necessárias destes minerais na dieta é essencial para o normal funcionamento do metabolismo dos peixes (LOVELL, 1998).

**Figura 25 - Mufla.**



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

### **3.2.3.5. UMIDADE EM ESTUFA (MATÉRIA SECA)**

Este método permite determinar o teor de umidade presente nas amostras, podendo conter substâncias voláteis, como ácidos orgânicos. É realizado no laboratório pelo método gravimétrico a 105°C, baseado na determinação da perda de peso da amostra submetida ao aquecimento, até obtenção do peso constante (Figura 26). A determinação do teor de umidade é muito importante, uma vez que a conservação ou deterioração do alimento depende do seu conteúdo de água. Além disso, quando comparado o valor nutritivo de alimentos, deve-se levar em consideração os respectivos teores de umidade (MORETTO *et. al.*, 2002).

**Figura 26** - Estufa 105 °C para determinação de matéria seca.



Fonte: Eduardo Coronas Trinler (2013).

#### **3.2.3.6. ÍNDICE DE ACIDEZ**

A acidez ocorre devido à presença de ácidos graxos livres ( $R - COOH$ ), formados a partir da hidrólise das gorduras em farinha animal. O índice de acidez revela o estado de conservação do óleo, a qualidade relacionada ao processamento, e o grau de pureza da gordura, o qual pode indicar a presença de rancidez hidrolítica. O índice de acidez ainda pode ser expresso como a quantidade em mg de hidróxido de potássio (KOH) necessária para neutralizar os ácidos graxos livres de 1 grama da amostra de óleo (AOCS, 2004). Quando ocorre a hidrólise dos triglicerídeos são liberados ácidos graxos, os ácidos graxos serão titulados na presença de um indicador. A decomposição dos glicerídeos pode ser acelerada pelo aquecimento, umidade, luz, e a rancidez é normalmente acompanhada pela formação de ácidos graxos livres.

#### **3.2.3.7. ÍNDICE DE PERÓXIDOS**

A formação de peróxidos ocorre em farinhas de origem animal devido à oxidação das ligações duplas de ácidos graxos presentes na gordura. O índice de peróxido é usado para determinar os hidroperóxidos, e produtos primários da oxidação. Geralmente é expresso em miliequivalentes de  $O_2/kg$  do óleo (WAN, 2000). O método envolve o tratamento de uma amostra em uma solução de ácido

acético glacial e iso-octano, com uma solução de iodeto de potássio, e titulação do iodo libertado com uma solução volumétrica padrão de tiosulfato de sódio. A oxidação, ou rancidez oxidativa, é acelerada pela ação de fatores como a luz, alta umidade, temperatura elevada presença de oxigênio e metais. A presença de peróxido leva a formação de mais radicais livres, como acetonas e aldeídos, acentuando-se a toxidez ao animal. A rancificação pode ser prevenida por meio de boas práticas da fabricação dos ingredientes como, por exemplo, o uso de antioxidantes, que se ligam aos radicais livres e inibem a ligação do oxigênio a eles.

#### 4. ANÁLISE CRÍTICA

A empresa BioMar Costa Rica, especializada em produção de alimentos para fins aquícolas, ofereceu um amplo espaço para a realização das atividades desenvolvidas, apesar de ser uma empresa com finalidade comercial. O uso de ingredientes alternativos para a produção das dietas é uma característica de todo o grupo BioMar, visando práticas aquícolas mais sustentáveis.

Os ingredientes de origem vegetal são utilizados em todas as dietas produzidas pela BioMar. No Brasil, ingredientes como soja, milho, arroz, algodão, apresentam deficiência no perfil nutricional e presença de fatores antinutricionais, sendo necessário melhorar o processamento destas matérias primas para a utilização em dietas aquícolas. Na BioMar são também utilizadas matérias primas resultantes do seu processamento industrial que são transformadas em subproduto, como por exemplo, a farinha de arroz, farinha do milho, estas matéria primas são vendidas com menor custo. Além disso, a BioMar conta com equipamentos de alta tecnologia para realização das diferentes etapas da produção do alimento, e os funcionários possuem treinamentos específicos em cada área de atuação.

Apesar da empresa possuir alta tecnologia, alguns fatores são cruciais no processo de desenvolvimento e inserção no mercado mundial, como venda do produto, preço e qualidade. Pensando em questões econômicas e de análise de mercado, destacaram-se alguns pontos fundamentais, utilizados para fazer cenários por meio de uma ferramenta denominada análise SWOT, derivado do inglês Strengths (Forças), Weaknesses (Fraquezas), Opportunities (Oportunidades) e Threats (Ameaças). A matriz SWOT derivado do inglês é denominada matriz FOFA na língua portuguesa, as ameaças e oportunidades têm origem externa, as forças e fraquezas possuem origem interna, porém podem variar de acordo com a situação real de cada empresa. Apesar de sua simplicidade, a análise SWOT (Figura 27) é importante para observação de cenários, sabendo-se assim qual a situação real apresentada por pontos críticos de uma empresa.

**Figura 27-** Matriz (FOFA) Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças.



Fonte: Maitê Coelho Florindo (2013).

## 5. CONCLUSÃO

Durante o período de estágio tive a oportunidade de conhecer como está o mercado de aquicultura na América Central. As visitas oferecidas pela BioMar me fizeram compreender e ter uma visão crítica sobre a indústria da produção de Tilápia.

As atividades desenvolvidas no período de estágio foram importantes para o meu estudo, porque pude vivenciar a parte prática da aquicultura, aliado ao conhecimento teórico obtido em sala de aula durante a graduação. Além disso, o estágio me proporcionou a oportunidade de aprender outra língua conciliando com meu aprendizado profissional.

Os ensaios e as provas realizadas no FTU são a base para o conhecimento científico da tilápia e outras espécies aquícolas e para determinação de uma exigência nutricional que atendam os principais critérios de seleção para o mercado. Com este propósito, observei alguns pontos importantes no processo de venda da tilápia. Muitos produtores de fazendas aquícolas não se preocupam em comprar uma ração que atenda às exigências nutricionais da tilápia. Em geral, a ração com menor custo é comprada e a eficiência dos critérios de seleção de desempenho como crescimento, por exemplo, é comprometida. Contudo, o mercado americano maior cliente de Terra Pez impõe exigências como o tamanho, altura e largura do filé, além das normas para comercialização, beneficiamento e transporte. Então este mercado favorece a produção de dietas que forneçam os nutrientes adequados para cada espécie e fase do ciclo de vida.

Acredito que a Empresa apresenta muitas vantagens sobre as demais, pois a qualidade do produto é superior ao da concorrência, devido ao uso de matérias primas de maior qualidade. O maior entrave que considero é o alto custo comparado à concorrência. Uma solução é conseguir um maior número de clientes fixos para venda de seu produto. Para isto talvez seja necessário utilizar mais trabalhos de *marketing*, mostrar ao produtor a importância da alimentação na aquicultura, e realizar mais testes com matérias primas com objetivo de baixar o custo. É válido ressaltar que a qualidade da matéria prima é importante para realização de estudos e obter uma dieta balanceada. Logo é interessante não depender apenas de fornecedores locais, mas sim de fornecedores de outros locais ou até países próximos.



## 6. REFERÊNCIAS

- AOCS. **Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society**, Washington, 2004.
- AQUA CORPORACIÓN INTERNACIONAL. **La Tilápia de buen sabor**. Disponível em: <http://www.tilapia.co.cr/info.htm>. Acesso em: 20 de Setembro 2013.
- ATLAS CANTONAL**. Mapas políticos e geográficos. Disponível em: [http://www.mapasdecostarica.info/atlascantonal/atlas\\_cantonal.htm](http://www.mapasdecostarica.info/atlascantonal/atlas_cantonal.htm). Acesso em: 25 de Abril de 2013.
- BALARIN, J.D.; HALLER, R.D. The intensive culture of tilapia in tanks, raceways and cages. In: BOABAB, F.; MOMBASA, K. (Editores). **Recent Advances in Aquaculture**. Academic Press, New York, EUA, p. 266-355, 1982.
- BEHNKE, K.C. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science Technology**, n. 62, p. 49-57, 1996.
- BIOMAR**. World Class Fish Feed. Disponível em: <http://www.biomar.com/costa-rica>. Acesso em: 20 de Setembro de 2013.
- BOYD, C. Aeration of shrimp ponds. In: **Proceedings of the Southeast Asia Shrimp Farm Management Workshop**. Singapore: Ed. Dean Akiyama, p. 134-140, 1989.
- BOYD, C.; WATTEN, B. Aeration systems in aquaculture. **Rev. Aquat.Sci.**, v. 1, n. 3, p. 425-472, 1989.
- CARNEIRO, D.J.; GONÇALVES, E.G. Exigência de proteína digestível em dietas práticas para o pintado, *Pseudoplatystoma corruscans*. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Aquicultura**, Goiânia, GO, 2002.
- CHENG, Z.J.; HARDY, R.W.. Effects of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficients of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). **Aquaculture Nutrition**, n. 9, p. 77-83, 2003.
- CURTIS, H. **Biología**. 4. Ed. México D.F.: Editorial Médica Panamericana, 1985. 255p.
- EDING E. H.; KAMSTRA, A.; VERRETH, J.A.J.; HUISMAN, E.A.; KLAPWIJK, A. Design and operation of nitrifying trickling filters in recirculating aquaculture: a review. **Aquacultural Engineering**, n. 34, p. 234-260, 2006.
- FRACALOSS, D. M.; CYRINO, J. E. P. [Ed.]. **Nutriaqua: nutrição e alimentação de espécies de interesse para a aquicultura brasileira**. Florianópolis: Sociedade Brasileira de Aquicultura e Biologia Aquática, 2012. 375 p.
- HARDY, R. **Temperatura e vida animal - Temas de Biologia**. V. 24. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda (EDUSP), 1981. 91 p.

**Índice Nacional de Estatística e Censos Costarricense (INEC).** Índices demográficos. Disponível em: <http://www.inec.go.cr/Web/Home/pagPrincipal.aspx>. Acesso em: 28 de Outubro de 2013.

**Instituto Costarricense de Pesca e Acuicultura (INCOPECA).** Produção Aquícola anual segundo a espécie. Disponível em: [http://www.incopesc.go.cr/acuicultura/acuicultura\\_cr.html](http://www.incopesc.go.cr/acuicultura/acuicultura_cr.html). Acesso em: 28 Outubro de 2013.

KUBITZA, F. Sistemas de recirculação: sistemas fechados com tratamento e reuso de água. **Panorama da Aquicultura**, v.16, n.95, p. 15-22, maio/jun. 2006.

LASSITER, J.W.; EDWARDS JR, H.M. **Animal nutrition**. Virginia, USA: Reston Publishing Company, 1982.

LOVELL, R.T. **Nutrition and Feeding of fish**. 2 Ed. Norwell, Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998. 267 p.

**MINISTERIO DE HACIENDA COSTA RICA.** Variáveis econômicas. Disponível em: <http://www.hacienda.go.cr/contenido/12543-variables-economicas>. Acesso em: 28 de Outubro de 2013.

MORALES, J. **Acuicultura marina animal**. Madrid: Mundi Prensa, 1986. 670p.

MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L.V.; KUSKOSKI, E.M. **Introdução à ciência de alimentos**. Florianópolis: Editora da UFSC, 255 p. 2002.

PARKER, N.; DAVIS, K. Requeriments of warmwater fish. In: ALLEN, L.; KINNEY, E. (Eds.). **Proceedings of the Bioengineering Symposium for Fish Culture**. Bethesda, Maryland, USA: Fish Culture Section of the American Fisheries Society, 1981.

PERSON LE RUYET, J.; ALEXANDRE, J.C.; THEBAUD, U.; MUGNIER, C. Marine fish larvae feeding formulated digestor live pry. **Journal World Aquaculture Society**, n. 24, p. 221-224, 1993.

PETIT, J. **Water supply, treatment, and recycling in aquaculture**. Vol. I. England: Ed. Gilbert Barnabé, Ellis Horwood Ltd., 1990.

TAKEUCHI, T. Essential fatty acid requeriments of aquatic animals with emphasis on fish larvae and fingerlings. **Reviews in Fisheries Science**, n. 5, p. 1 – 25, 1997.

ZANOTTO, D.L.; GUIDONI, A.L.; LIMA, G.J.M.M. Granulometria do milho na digestibilidade das dietas para suínos em crescimento e terminação. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p. 428-436, 1995.

WAN, P.J. Properties of fats and oils. In: O'BRIEN, R.D.; FARR, W.C.; WAN, P.J. **Introduction to Fats and Oils Technology**. 2.ed. Champaign: AOCS Press, 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v32n2/16585.pdf>. Acesso em: 28 Outubro de 2013.

**ANEXOS**

## ANEXO I - PROCEDIMENTOS

### 1.1. COMPRIMENTO

1. São retirados 10 péletes de uma porção representativa da ração;
2. É medido o comprimento por um paquímetro;
3. Anota-se o valor e somam-se os valores para fazer à média.
4. Cálculos

$$\text{Comprimento (mm)} = \sum_{i=1}^{10} (\text{mm}) = \frac{\sum x_i}{10} \quad i = 1$$

### 1.2. DIÂMETRO

1. Colocar 10 péletes unidos em pé em uma superfície plana;
2. Medir a longitude total de uma extremidade a outra da fila de péletes com o paquímetro. O valor obtido da medição, dividir por 10 péletes;
3. A média é feita por duplicata, a soma de dois valores dividido por dois.
4. Cálculos

$$\text{Diâmetro (mm)} = \sum_{i=1}^{10} (\text{mm}) = \frac{\sum X_i}{10}$$

### 1.3. UMIDADE EM TERMOBALANÇA

1. Retirar uma quantidade de péletes, cerca de 20 g;
2. Moer a amostra no moedor de grãos e peneirar com uma peneira de 1,18 mm; no caso de matéria prima utiliza-se uma quantidade representativa;
3. Ligar a termobalança e programar o modo correto: Modo 1 - produto terminado; e Modo 2 - matéria prima;

4. Pesar cerca de 3 g da amostra peneirada na termobalança;
5. Desligar a termobalança e esperar os resultados;
6. Anotar a porcentagem de umidade obtida, realizar por duplicata e fazer a média.

#### 1.4. DENSIDADE

1. Tarar na balança uma proveta de 1.000 mL;
2. Tomar a suficiente quantidade de amostra e encher até o marco de 1.000 mL;
3. Pesar na balança e anotar o valor.
4. Cálculos

M: Massa da amostra (g)  
V: Volume (1000 mL)

$$\text{Densidade} = \frac{M}{V}$$

#### 1.5. FLUTUABILIDADE

1. Contam-se 20 péletes aleatórios em uma amostra de ração;
2. São lançados 20 péletes em um becker de 1L com água doce. Espera-se 1 minuto para contabilizar o número de pélete que flutuaram e que afundaram, e fazer uma porcentagem de flotação;
3. Após realizar duplicata, calcular a média. A porcentagem de péletes que afundam tem que ser 5%, é ideal que 95% dos péletes flutuem.
4. Cálculos

$$\% \text{ Flutuabilidade} = \frac{N^{\circ} PF * 100}{N^{\circ} PT}$$

N° PF: Número de péletes flutuantes  
N° PT: Número de péletes totais

## 1.6. PÓS E PÉLETES PARTIDOS

1. Pesar 300 g do produto, pesar as peneiras vazias e colocar as peneiras em ordem decrescente: primeiro as de diâmetro menor e depois as de diâmetro maior. Se o produto vem a partir da amostra de produto terminado se utilizam duas peneiras, dependendo da classificação, a peneira nº 18 e da base. As telas devem ser pesadas e seus pesos, registrados;

2. Colocar os péletes na peneira superior, colocar a tampa e fechar; ajustar o equipamento para 3 minutos de tempo;

3. Pesar as peneiras, depois analisar o fundo onde está o pó, e depois analisar os péletes quebrados. Na Tabela 7 se descreve o calibre das peneiras e do pélete.

### 4. Cálculos

$\% \text{ Pó} = \frac{(TBF - TB) * 100}{M}$	<p>M: Peso da amostra  T18M: Peso da peneira nº 18 mais peso do residuo  T18: Peso da peneira nº 18 vazio  TBF: Peso da base mais pó  TB: Peso da base vazia</p>
$\% \text{ Partidos} = \frac{(T18M - T18) * 100}{M}$	

**Tabela 8** – Dimensões dos péletes e diâmetros das peneiras de análise.

Calibre do Pélete	Calibre da Peneira	
<b>10,0 mm</b>	11,2 mm	9,5 mm
<b>7,0 mm</b>	8,0 mm	6,3 mm
<b>4,5 mm</b>	5,6 mm	4,0 mm
<b>3,0 mm</b>	4,0 mm	2,36 mm

Fonte: BioMar Costa Rica (2012).

## 1.7. PROTEÍNA BRUTA

1. Preparação da amostra: é pesada cerca de 0,5 g de amostra previamente moída no tubos de proteína; junto é adicionado uma pastilha catalizadora e 15 mL de ácido sulfúrico. Em paralelo se realiza um branco com as mesmas condições e sem amostra;

2. Digestão da amostra: Os tubos de proteína são colocados em um bloco digestor. Na etapa da digestão resulta a conversão do nitrogênio em amônia. O

sistema de digestão é pré-aquecido a uma temperatura de 200°C, e logo aumenta a temperatura gradativamente (Tabela 8);

**Tabela 9** – Etapas de aquecimento na digestão da proteína bruta pelo método de Kjeldahl.

Etapa	Temperatura (°C)	Tempo (min.)
<b>Pré- aquecimento</b>	200	-
<b>I - Etapa</b>	200	30
<b>II - Etapa</b>	300	15
<b>III - Etapa</b>	400	130
<b>Esfriamento</b>	0	45

Fonte: BioMar (2012).

3. Destilação: A destilação da amônia é realizada em um destilador automático, onde são adicionados 80 mL de água e hidróxido de sódio 32%. São colocados 50 mL de ácido bórico nos erlenmeyer em uma solução receptora. Na destilação, o íon amônio ( $\text{NH}_4^+$ ) é convertido em amônia ( $\text{NH}_3$ ) por meio de uma solução base (hidróxido de sódio). Quando finalizada a destilação, os erlenmeyer são removidos para o processo de titulação;

4. Titulação: A titulação é realizada em uma bureta digital. Nesta etapa é estimada a quantificação da amônia por titulação com uma solução-padrão. Os íons amônios capturados pelo ácido bórico com um indicador de pH são determinados por uma titulação com ácido sulfúrico a 0,25 N, ou ácido clorídrico a 0,50N. O ponto final é determinado pelo ponto de viragem de verde a rosado.

#### 5. Cálculos

$$\% \text{ Proteína} = \frac{(\text{mL de H}_2\text{SO}_4 - \text{mL Branco}) \times \text{Normalidad} \times 14 \times 6.25}{1000} \times 100$$

W

## 1.8. LIPÍDEOS

1. Hidrólise Ácida: São colocadas 15 bolsas filtro junto com a celite (nome comercial) em um suporte de plástico no equipamento. É adicionado HCl, e o equipamento realiza este processo há 90°C por 60 minutos, com um tempo de



enxágue de 40 minutos. Finalizada esta etapa, as bolsas têm que ser secas por 3 horas a 110°C na estufa, e depois colocadas no dessecador por mais 15 minutos;

2. Extrato Etéreo: As amostras em bolsas filtro são colocadas na mola de extração no interior do equipamento, onde é adicionado o éter de petróleo. O tempo de extração varia de 60 a 90 minutos. Após a extração as amostras são colocadas na estufa por 30 minutos a 102 °C, e por 15 minutos no dessecador. Terminado o processo, pesam-se as bolsas filtro até obter peso constante.

### 3. Cálculos

$$\% \text{ Lipídeos Total} = \frac{[(m_3 - m_4) + (m_{3\text{bco}} - m_{4\text{bco}})] \times 100}{[(m_1 / (m_1 + m_2)) \times (m_1 + m_2)]}$$

m1: Peso da celite (g)

m2: Peso da amostra (g)

m3: Peso depois da hidrólise (g)

m4: Peso depois da extração (g)

m<sub>3bco</sub>: Peso do branco depois da hidrólise(g)

m<sub>4bco</sub>: Peso do branco depois da extração (g)

## 1.9. FIBRA ALIMENTAR BRUTA

1. É pesada a bolsa filtro; em seguida pesa-se cerca de 1,0 g de amostra inserida na bolsa filtro;

2. Utiliza-se o selador térmico para selar as bolsas;

3. As bolsas filtro são colocadas nas bandejas dentro do suporte de fibras, tendo como capacidade máxima 24 bolsas;

4. São adicionados de 1.900 a 2.000 mL de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) a 0,255 ou 0,005 N;

5. O tempo da análise leva 80 minutos, sendo 40 minutos com o ácido (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); o mesmo procedimento se repete após o primeiro, porém sendo 40 minutos com o hidróxido de sódio (NaOH) a 0,313 ou 0,005 N;

6. Quando termina a lavagem de ácido clorídrico e hidróxido de sódio, são lavadas as bolsas com água quente, água destilada e acetona, em sequência, e cada um destes passos por 5 minutos;

7. Uma vez terminado o processo, as bolsas vão para estufa a 102°C por 3 horas, e após são levadas ao dessecador até esfriar a temperatura ambiente para a pesagem até peso constante.

#### 8. Cálculos

$$\% \text{ Fibra Bruta} = 100 \times \frac{(M3 - (M1 \times C1))}{M2}$$

M1: Peso da bolsa filtro (g)

M2: Peso da amostra (g)

M3: Peso da matéria orgânica (g)

C1: Fator de correção de cinza da bolsa filtro

### 1.10. CINZAS

1. É pesada cerca de 1,0 g de amostra em seus respectivos cadinhos de porcelana;

2. O cadinho é colocado na mufla para calcinar a 550°C por 2 horas;

3. Os cadinhos são retirados e verifica-se se a calcinação foi completa, e se as cinzas estão todas brancas, sem pontos negros de carvão ou vermelhos, o que indicam que a matéria não está totalmente calcinada e necessita retornar ao processamento;

4. Depois de calcinada, leva-se a amostra para o dessecador por cerca de 20 minutos, e pesa-se a cadinho até peso constante.

#### 5. Cálculos

$$\% \text{ CINZAS} = \frac{M3 - M1}{M2 - M1} \times 100$$

M1: Peso do cadinho (g)

M2: Peso do cadinho + amostra (g)

M3: Peso do cadinho + amostra incinerada (g)

### 1.11. UMIDADE EM ESTUFA (MATÉRIA SECA)

1. Pesar cerca de 1 g de amostra em um cadinho de alumínio em temperatura constante;
2. Colocar o cadinho com a amostra na estufa por 4 horas a uma temperatura de 105°C;
3. Ao retirar o cadinho, levar ao dessecador e deixar esfriar a temperatura ambiente por 20 minutos, até obter peso constante.
4. Cálculos

$$\% \text{ Umidade} = \frac{[(m2 - m1) - (m3 - m1)] \times 100}{(m2 - m1)}$$

m1: Peso do cadinho (g)

m2: Peso do cadinho + amostra (g)

m3: Peso final do cadinho + amostra (g)

### 1.12. ÍNDICE DE ACIDEZ

1. Aquecer suavemente a amostra de óleos; se esta apresentar sedimentos sólidos, mesclar. No caso de sebos sólidos, devem ser derretidos por meio de aquecimento e adicionar a solução de éter etanol para manter o estado líquido;
2. Pesar a amostra;
3. Adicionar, com uma proveta graduada de 50 mL, uma solução de etanol-éter recém-neutralizada. Agitar e mesclar. Adicionar de 2 a 3 gotas de fenolftaleína a 1%.
4. Titular com solução de hidróxido de sódio 0,1N até obter uma coloração rosada permanente da mesma intensidade daquele obtido para a solução etanol-éter neutralizado antes da adição da amostra.
5. Cálculos

$$\% \text{ Ácidos Graxos Livres} = \frac{\text{Gasto de NaOH em ml} \times \text{Normalidad NaOH} \times 28.2}{W}$$

(Expressado como ácido Oleico)

$$\text{Índice de Acidez} = \% \text{ Ácidos Graxos Livres} \times 1.99$$

### 1.13. ÍNDICE DE PERÓXIDOS

1. Realizar análise sob luz artificial ou luz natural;
2. Pesar uma quantidade de gordura ou óleo, segundo o que se indica na Tabela 9; no caso de produto terminado, utilizar a quantidade de óleo extraído da amostra;
3. Adicionar ao óleo da amostra 50 ml de ácido acético/iso-octano para o balão volumétrico;
4. Agitar o frasco até se dissolver a amostra;
5. Adicionar 4 gotas de iodeto de potássio saturado e mexer. Deixar a amostra reagir durante 1 minuto, cerca de 1 s no escuro, e em seguida, adicionar 30 mL de água destilada.
6. Adicionar 4 gotas de solução de amido e continuar a titulação, com agitação constante, especialmente perto do ponto final para liberar a camada de iodeto de solvente, adicionando gota a gota, uma solução de tiosulfato, até desaparecer a cor azul.
7. Realizar um branco, em paralelo com a determinação da amostra. Se a determinação do branco for superior a 1 mL de uma solução de tiosulfato de concentração de 0,01 mol/L, preparar reagentes frescos e repetir a determinação da amostra.
8. Cálculos

$$P0 = \frac{1000 (V - V0) c}{m}$$

V1: Volume (mL) de solução de tiosulfato de sódio utilizado na determinação da amostra

V2: Volume (mL) de solução de tiosulfato utilizado na determinação do branco

c: Concentração da solução de tiosulfato de sódio em mols/L

M: Peso da Porção (g)

**Tabela 10** - Tabela da relação do Índice de oxigênio esperado (kg) por oxigênio reativo.

Índice de Peróxido esperado (meq O <sub>2</sub> ativo/ kg)	Amostra para porção para análises (g)	Precisão da Pesagem (g)
0 a 12	5,0 a 2,0	0,01
12 a 20	2,0 a 1,2	0,01
20 a 30	1,2 a 0,8	0,01
30 a 50	0,8 a 5,0	0,001
50 a 90	0,5 a 0,3	0,001

Fonte: BioMar (2012).